

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra Kontroly a řízení jakosti

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ekonomické analýzy výdajů vztahujících se k jakosti u dodavatele

Economic Analysis Regarding to the Suppliers Quality Related Costs

2010

Dagmar Kratochvílová

Zadání bakalářské práce

Student: **Dagmar Kratochvílová**

Studijní program: B3922 Ekonomika a řízení průmyslových systémů

Studijní obor: 3902R041 Management jakosti

Téma: Ekonomické analýzy výdajů vztahujících se k jakosti u dodavatele

Economic Analysis Regarding to the Suppliers Quality Related Costs

Zásady pro vypracování:

1. Charakteristika teoretických přístupů k analýzám výdajů vztahujících se k jakosti.
2. Popis postupů nedestruktivního zkoušení ve vybrané organizaci.
3. Aplikace analýzy výdajů vztahujících se k jakosti na oblast nedestruktivního zkoušení ve vybrané organizaci.
4. Zhodnocení zjištění a závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. NENADÁL, J.: Měření v systémech managementu jakosti. 2. doplněné vydání. Praha. Management Press. 2004, 335 s., ISBN 80-7261-110-0.
2. NENADÁL, J.-NOSKIEVIČOVÁ, D.-PETŘÍKOVÁ, R.-PLURA, J.-TOŠENOVSKÝ, J.-VYKYDAL, D.: Jak zvýšit výkonnost organizací (prostřednictvím vybraných měření). Ostrava. Dům techniky. 2005, 204 s., ISBN 80-02-01709-9.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jaroslav Nenadál, CSc.**

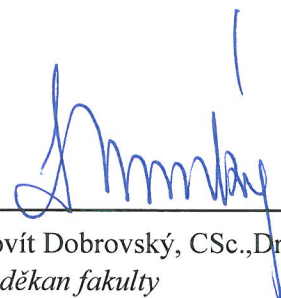
Konzultant bakalářské práce: Ing. Roman Člupek

Datum zadání: 30.11.2009

Datum odevzdání: 30.04.2010



prof. Ing. Jiří Plura, CSc.
vedoucí katedry



prof. Ing. Ludovít Dobrovský, CSc., Dr.h.c.
děkan fakulty

Zásady pro vypracování bakalářské práce

I.

Bakalářskou prací (dále jen BP) se ověřují vědomosti a dovednosti, které student získal během studia, a jeho schopnosti využívat je při řešení teoretických i praktických problémů.

II.

Uspořádání bakalářské práce:

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Titulní list + zásady pro vypracování BP | 5. Textová část BP |
| 2. Prohlášení + místopřísežné prohlášení | 6. Seznam použité literatury |
| 3. Abstrakt + klíčová slova česky a anglicky | 7. Přílohy |
| 4. Obsah BP | |

ad 1) Titulním listem je originál zadání BP, který student obdrží na své oborové katedře. Za titulním listem následují tyto „Zásady pro vypracování bakalářské práce“.

ad 2) Prohlášení + místopřísežné prohlášení napsané na zvláštním listě (student jej obdrží na své oborové katedře) a vlastnoručně podepsané studentem s uvedením data odevzdání BP. *V případě, že BP vychází ze spolupráce s jinými právníckými a fyzickými osobami a obsahuje citlivé údaje, je na zvláštním listě vloženo prohlášení spolupracující právnícké nebo fyzické osoby o souhlasu se zveřejněním BP.*

ad 3) Abstrakt a klíčová slova jsou uvedena na zvláštním listě česky a anglicky v rozsahu max. 1 strany pro obě jazykové verze.

ad 4) Obsah BP se uvádí na zvláštním listě. Zahrnuje názvy všech očíslovaných kapitol, podkapitol a statí textové části BP, odkaz na seznam příloh a seznam použité literatury, s uvedením příslušné stránky. Předpokládá se desetinné číslování.

ad 5)

Textová část BP obvykle zahrnuje:

- Úvod, obsahující charakteristiku řešeného problému a cíle jeho řešení v souladu se zadáním BP;
- Vlastní rozpracování BP (včetně obrázků, tabulek, výpočtů) s dílčími závěry, vhodně členěné do kapitol a podkapitol podle povahy problému;
- Závěr, obsahující celkové hodnocení výsledků BP z hlediska stanoveného zadání.

BP nemusí obsahovat experimentální (aplikační) část.

BP bude zpracována v rozsahu min. 25 stran (včetně obsahu a seznamu použité literatury).

Text musí být napsán vhodným textovým editorem počítače po jedné straně bílého nelesklého papíru formátu A4 při respektování následující **doporučené** úpravy - písmo Times New Roman (nebo podobné) 12b; řádkování 1,5; okraje – horní, dolní – 2,5 cm, levý – 3 cm, pravý 2 cm. Fotografie, schémata, obrázky, tabulky musí být očíslovány a musí na ně být v textu poukázáno. Budou zařazeny průběžně v textu, pouze je-li to nezbytně nutné, jako přílohy (viz ad 7).

Odborná terminologie práce musí odpovídat platným normám. Všechny výpočty musí být přehledně uspořádány tak, aby každý odborník byl schopen přezkoušet jejich správnost. U

vzorců, údajů a hodnot převzatých z odborné literatury nebo z praxe musí být uveden jejich pramen - u literatury citován číselným odkazem (v hranatých závorkách) na seznam použité literatury.

Nedostatky ve způsobu vyjadřování, nedostatky gramatické, neopravené chyby v textu mohou snížit klasifikaci práce.

ad 6) BP bude obsahovat alespoň 10 literárních odkazů, z toho nejméně 3 v některém ze světových jazyků.

Seznam použité literatury se píše na zvláštním listě. **Citaci literatury je nutno uvádět důsledně v souladu s ČSN ISO 690.** Na práce uvedené v seznamu použité literatury musí být uveden odkaz v textu BP.

ad 7) Přílohy budou obsahovat jen ty části (speciální výpočty, zdrojové texty programů aj.), které nelze vhodně včlenit do vlastní textové části, např. z důvodu ztráty srozumitelnosti.

III.

Bakalářskou práci student odevzdá ve dvou knihařsky svázaných vyhotoveních, pokud katedra garantující studijní obor neurčí jiný počet. Vnější desky budou označeny takto:

nahore: *Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava*
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra

uprostřed: *BAKALÁŘSKÁ PRÁCE*

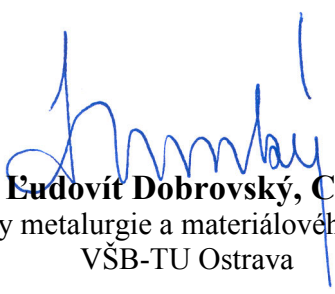
dole: *Rok* *Jméno a příjmení*

Kromě těchto dvou knihařsky svázaných výtisků odevzdá student kompletní práci také v elektronické formě do IS EDISON včetně abstraktu a klíčových slov v češtině a angličtině.

IV.

Bakalářská práce, která neodpovídá těmto zásadám, nemůže být přijata k obhajobě. Tyto zásady jsou závazné pro studenty všech studijních programů a forem bakalářského studia fakulty metalurgie a materiálového inženýrství Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava od akademického roku 2009/2010.

Ostrava 30. 11. 2009


Prof. Ing. Eudovít Dobrovský, CSc., Dr.h.c.
děkan fakulty metalurgie a materiálového inženýrství
VŠB-TU Ostrava

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- jsem byl(a) seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního (§60 - školní dílo);
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude archivována v elektronické formě v databázi Ústřední knihovny VŠB - TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- беру на ве́домі, že odevzdáním své bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (Zákon o vysokých školách) bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval(a) samostatně.

V Ostravě *20. dubna 2010*



.....
podpis (jméno a příjmení studenta)

Chci poděkovat vedoucímu své bakalářské práce Prof. Ing. Jaroslavu Nenadálovi, CSc. za vstřícný přístup a pomoc při řešení mé bakalářské práce.

Děkuji také společnosti ALSTOM s.r.o. za cennou podporu a spolupráci při analýze problematiky řešené v mé bakalářské práci.

Abstrakt

Předložená bakalářská práce se zabývá analýzou výdajů vztahujících se k jakosti se zaměřením na výdaje vztahující se k nedestruktivnímu testování.

V úvodu práce je představena společnost ALSTOM s.r.o..

Teoretická část obsahuje v jedné části vysvětlení obecné problematiky členění a měření výdajů vztahujících se k jakosti včetně analýzy. Ve druhé části je stručně představeno nedestruktivní testování a nejpoužívanější metody zkoušení.

Praktická část se věnuje postupu provádění nedestruktivních zkoušek ve společnosti ALSTOM s.r.o., představuje pravidla pro určování typu a rozsahu nedestruktivního zkoušení a analyzuje celkové výdaje na nedestruktivní zkoušení a podrobněji se věnuje analýze výdajů na zkoušky prozařováním.

Abstract

This dissertation analyses the costs relating to quality, specifically the costs relating to non-destructive testing.

The company of interest here is ALSTOM s.r.o.

The theoretical part introduces a general sub-division and calculation of the expenses relating to quality, incl. analysis. The second part briefly describes non-destructive testing and the methods most frequently used.

The practical part is devoted to the methodology of non-destructive testing processes at ALSTOM s.r.o., it introduces the rules for determining the type and extent of non-destructive testing and analyses the total expenses and, furthermore, the costs connected with radiographic methods.

Klíčová slova:

jakost, systém managementu jakosti, náklady na jakost, nedestruktivní zkoušení.

Key words:

quality, quality management system, cost of quality, nondestructive testing.

Obsah

Abstrakt	1
Klíčová slova	1
Obsah	2
Seznam zkratk	4
Úvod	5
1. ALSTOM s.r.o.	6
1.1. Historie	6
1.2. ALSTOM v ČR a SR	6
1.3. ALSTOM s.r.o. se sídlem v Brně	7
1.4. Divize Výroby kotlů (sektor Power Environment)	7
Teoretická část	8
2. Ekonomika jakosti	8
2.1. Ekonomický význam jakosti	8
2.2. Podstata a význam ekonomiky jakosti	10
2.3. Výdaje vztahující se k jakosti	12
2.3.1. Výdaje na interní vady	15
2.3.2. Výdaje na externí vady	15
2.3.3. Výdaje na hodnocení	16
2.3.4. Výdaje na prevenci	16
2.3.5. Promrhané investice a příležitosti	17
2.3.6. Škody na prostředí	17
2.3.7. Výdaje vztahující se k jakosti u uživatele	17
2.3.8. Aplikace metodiky finančních měření	18
2.3.9. Možnosti analýzy dat o výdajích vztahujících se k jakosti	20
3. Nedestruktivní zkoušení svarů (NDT)	22

3.1.	Vady svarů	23
3.1.1.	Přípustnost vad ve svarech	24
3.2.	Vizuální zkouška (VT).....	24
3.3.	Kapilární zkouška (PT).....	25
3.4.	Zkouška magnetická prášková (MT)	26
3.5.	Zkouška prozařováním (RT).....	26
3.6.	Ultrazvuková zkouška (UT).....	27
	Praktická část.....	28
4.	Nedestruktivní zkoušky ve společnosti ALSTOM s.r.o.....	28
4.1.	Postup provádění NDT zkoušek	28
4.2.	Typ a rozsah zkoušení dle ČSN EN 12952-6	29
5.	Analýza výdajů na NDT.....	31
5.1.	Analýza výdajů na zkoušky prozařováním (RT)	34
	Závěr.....	43
	Použitá literatura	44
	Seznam obrázků	45
	Seznam tabulek	46

Seznam zkratek

DIN	Deutsche Industrie-Norm
ASME	American Society Of Mechanical Engineers
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein
ISO	International Standards Organization
PAF	Prevention, Appraisal, Failure
COPQ	Cost of Poor Quality
TQM	Total Quality Management
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
MJ	Management jakosti
SMJ	Systém managementu jakosti
NDT	Nedestruktivní zkoušení
VT	Vizuální zkouška
PT	Kapilární (penetrační) zkouška
MT	Zkouška magnetické prášková
RT	Zkouška prozařováním
UT	Ultrazvuková zkouška
NCR	Nonconformity Record

Úvod

Management jakosti není pouze technickým a organizačním problémem, ale i ekonomickou otázkou. Jeho součástí jsou tedy i ekonomické analýzy vztahující se k výdajům na jakost a řízení těchto výdajů.

Je známou pravdou, že řídit lze jen to, co lze měřit. Řídit své výdaje a mít jejich výši pod kontrolou chce každý, proto by každá společnost měla mít přehled o svých výdajích.

V praxi je prokázáno, že nejlepší varianta k navýšení zisku v organizaci je snižování výdajů vzniklých v důsledku nedostatečné jakosti výrobků a služeb. Nejsrozumitelnější je, převést tuto nedostatečnou jakost do řeči peněz.

Nedestruktivní zkoušky svarů jsou nedílnou součástí procesů výroby tlakových částí kotlů, jež spadají do kategorie vybraných zařízení. Minimální rozsahy jednotlivých zkoušek jsou předepsány v příslušných předpisech. Výdaje na tyto zkoušky tvoří značnou část výdajů na produkci a přímo ovlivňují nejen cenu výrobku, ale i konečný zisk společnosti.

Cílem mé práce je analýza výdajů na nedestruktivní zkoušky svarů, vyčíslení výše výdajů na první zkoušky, na zkoušky opakované z důvodu vad svarů, popř. odhalení dalších položek, které jsou dosud skryté.

Závěrem by měla být identifikace míst, kde je možné výdaje snížit, popřípadě s těmito dříve skrytými výdaji počítat již v nabídkové fázi a správně určit cenu výrobku pro zákazníka.

1. ALSTOM s.r.o

1.1. Historie [1]

Nejstarším a největším zástupcem ALSTOMu v České a Slovenské republice je společnost **ALSTOM, s.r.o.**, která je pokračovatelem dlouholeté tradice brněnského energetického strojírenství, jehož kořeny sahají až na počátek 19. století.

Důležitým mezníkem v novodobém vývoji firmy byl rok 1993, kdy společnost ABB uzavřela dohodu s První brněnskou strojírnou o odkupu majoritního podílu – vznikl podnik **ABB PBS, s.r.o.**

O čtyři roky později se společnost ABB stala jediným vlastníkem a společnost byla pojmenována **ABB Energetické systémy, s.r.o.**

V roce 1999 vstoupil do života firmy další strategický partner – francouzský strojírenský gigant ALSTOM. Oba světoznámé koncerny spojily svoje energetické sektory a každý z nich měl 50% podíl v tehdejší společnosti **ABB ALSTOM Power Czech, s.r.o.**

Následujícího roku pak ALSTOM odkoupil podíl ABB a brněnská firma nesla název **ALSTOM Power, s.r.o.**, který byl na základě novely Obchodního zákona z roku 2003 upraven o dodatek **ALSTOM Group**.

Od dubna 2009 nese firma název **ALSTOM s.r.o.**

V rámci celku ALSTOM je tato firma významným centrem vývoje a výroby průmyslových kotlů, dodavatelem elektráren (sektor Power Environment) a zabezpečuje rovněž komplexní servis energetických zařízení (sektor Power Service).

1.2. ALSTOM v ČR a SR [2]

Společnost **ALSTOM** je světovým specialistou v oblastech energetických a dopravních systémů.

Čeští a slovenští reprezentanti tohoto globálního celku, firmy **ALSTOM s.r.o.** a **ALSTOM Power Slovakia** podnikají v obou výše jmenovaných oborech.

Roční obrát těchto firem dosahuje 2 miliardy korun.

ALSTOM v Čechách a na Slovensku zaměstnává 900 lidí.

1.3. ALSTOM s.r.o. se sídlem v Brně [2]

Společnost **ALSTOM s.r.o.** sdružuje tři odborné sektory:

- ☐ Power Environment vyrábí a dodává průmyslové kotle a elektrárny
- ☐ Power Service realizuje komplexní servis energetických zařízení
- ☐ Transport dodává kolejová vozidla pro osobní dopravu

1.4. Divize Výroby kotlů (sektor Power Environment) [2]

Divize **Výroby kotlů** je zkušeným a preferovaným dodavatelem tlakových částí kotlů, určených pro energetiku. Nabízí a dodává:

- membránové stěny – vertikální, spirálové
- hadové systémy – přehříváky, přihříváky, ekonomizéry
- komory
- kotlová tělesa
- části kotlů na odpadní teplo – harpsy, moduly

Certifikáty jakosti divize Výroby kotlů

- Certifikát systému řízení jakosti dle ISO 9001
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code Symbol “S” – pro energetické kotle
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code Symbol “U” – pro tlakové nádoby
- TÜV certifikáty dle PED 97/23 EG (Modul G), EN 729-2, AD 2000 Merkblatt

HP0/TRD 201, pro: výrobní a svařovací zařízení, pracovníky pro svařečské práce a svařečský dozor, kontrolní a zkušební zařízení, personál pro kontroly a zkoušky

- SLV Grosser Eignungsnachweis DIN 18 800 Teil 7, Abs. 6.2 pro svařování ocelových konstrukcí

- Živnostenský list pro ALSTOM s.r.o. Brno, Olomoucká s oprávněním provozovat výrobu, montáž, uvádění do provozu a servis parních kotlů, potrubních systémů a zařízení pro energetiku a strojírenství dle českých zákonů a předpisů

Certifikace podle zemí konečného určení:

Osvědčení / Certifikát TÜV Österreich – Rakousko pro kotle, tlakové nádoby a potrubí třídy 1

podle ÖNORM M 7812-1 a § 14 kotelního zákona

- Certifikát UDT (Office of Technical Inspection) Polsko pro výrobu kotlů a tlakových nádob
- Certifikát ISCIR Rumunsko pro výrobu tlakových částí kotlů a tlakových nádob
- Licence na výrobu speciálních zařízení – kotle pro Čínskou lidovou republiku vydanou AQSIQ

Teoretická část

2. Ekonomika jakosti

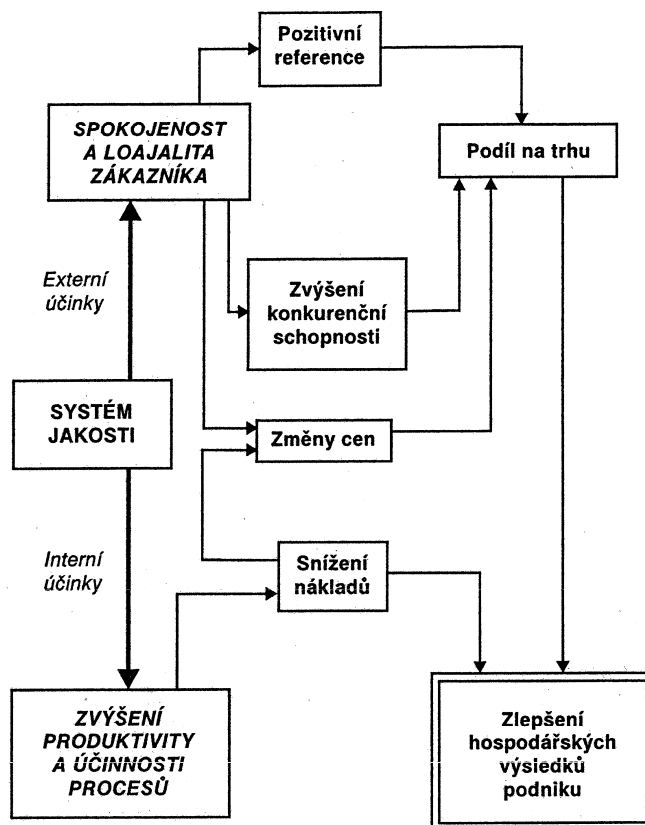
2.1. Ekonomický význam jakosti

V posledních desetiletích se postoj světových firem k problematice managementu jakosti výrobků a služeb zásadně změnil. Hovoří se o tzv. revoluci jakosti [3]. Jakost je většinou vrcholových řídících pracovníků považována za kritickou otázku konkurenceschopnosti a chápou ji jako jednu z priorit, ne-li jako prioritu vrcholovou. Zvýšení jakosti se projevuje i zvýšením prodejů v dalším období.

Ještě v šedesátých letech minulého století byla situace zcela odlišná. Jako základním předpokladem dosahování zisku bylo řízení firem zaměřeno zejména na řízení výroby a zvyšování produktivity práce. Prudký nárůst cen surovin a materiálů v souvislosti s ropnou krizí v sedmdesátých letech minulého století motivoval výrobce hledat nové cesty, které by umožnily nejen zisk, ale i hospodárnost. Nejlepší cestou se ukázala být strategie orientace na zákazníka, tj. strategie jakosti.

Řízení přes jakost je minimálně tak účinné, jako řízení přes objemy produkce, razantně však snižuje i ekonomické ztráty spojené s neshodností výroby. Každá vykázaná úspora nákladů na nízkou jakost se plně promítá do zvyšování zisku, což má přímý vliv na podnikovou ekonomiku. [3]

Řízení jakosti má pozitivní vliv nejen uvnitř podniku (interní účinky), ale i v jeho okolí (externí účinky), viz obrázek 1 [4] .



Obr. 1 Externí a interní účinky řízení jakosti na ekonomiku firmy

Interní účinky se většinou projevují rychleji, klesá podíl neshodných produktů, stoupá výtěžnost materiálů i účinnost vnitropodnikových procesů, a to zvyšováním podílu napoprvé správně provedené práce, a tím ke zvyšování produktivity a redukci výdajů.

Hlavním externím účinkem je stoupající míra spokojenosti a loajality zákazníka spolu s pozitivními referencemi, což způsobuje pozvolný nárůst podílu na trzích. Tyto účinky jsou dlouhodobého charakteru, jsou však zárukou trvalého zlepšování zisku.

Můžeme konstatovat, že jakost je:

- zdrojem důvěry zákazníků k výrobkům a službám,
- cestou k navazování výhodných obchodních kontraktů s novými obchodními partnery,
- dominantním nástrojem konkurenceschopnosti firem v nasyceném tržním prostředí,

- nejvýznamnějším zdrojem tvorby zisku a jiných ekonomických ukazatelů v podniku,
- klíčem pracovních a sociálních jistot zaměstnanců a zdrojem jejich spokojenosti.

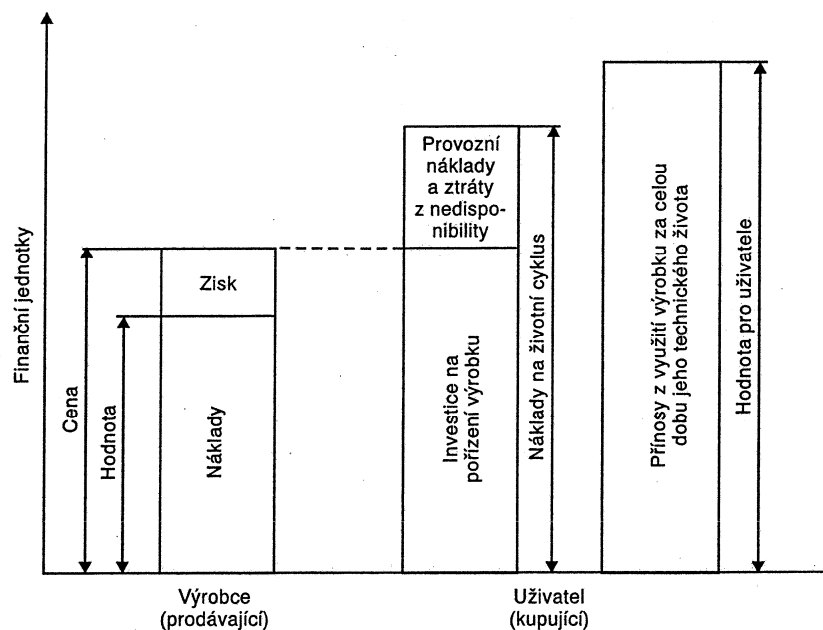
2.2. Podstata a význam ekonomiky jakosti

Každý výrobce produkuje své výrobky za určitých výdajů. Z existenčních důvodů prodává tyto výrobky svým obchodním partnerům za ceny vyšší než výdaje. Pro výrobce je cena výrobku zdrojem zisku, pro uživatele se stává prvotním výdajem, který musí obětovat, aby mu výrobek sloužil a uspokojoval jeho potřeby. Pořizovací cena je jen počáteční investicí uživatelů. V průběhu využívání musí uživatel vynakládat další finanční prostředky, které mají charakter provozních výdajů (opravy, údržba, spotřeba energií atd.). V důsledku nespolehlivosti dochází ke vzniku poruch a k nebezpečí vzniku významných ztrát z nedisponibility (u nás známější jako ztráty z prostojů). Praktická sledování ukázala, že objem provozních výdajů a ztrát z nedisponibility několikanásobně překračuje hodnotu pořizovací ceny výrobku [5]. Součet těchto tří kategorií výdajů vytváří velmi závažnou ekonomickou koncepci jakosti, tzv. náklady na životní cyklus. Poznání celkových nákladů na životní cyklus však není pro uživatele motivem, který zásadně ovlivní jeho rozhodnutí o pořízení daného výrobku. Pro toto rozhodnutí je nejdůležitější, aby celkové přínosy za dobu užívání přesáhly náklady na životní cyklus. Podobně uvažuje intuitivně každý kupující, ne však vždy na základě přesných ekonomických informací. Graficky je tato podstata ekonomiky jakosti znázorněna na obrázku 2 [4].

I když v žádném z pojmů na obr. 2 není jakost přímo vyjádřena, významně ovlivňuje všechny kategorie.

Součástí výrobních výdajů jsou i tzv. náklady na jakost u výrobce. V naprosté většině případů se zlepšením jakosti dosáhne významného snížení nákladů na jakost, a tedy i redukce výrobních výdajů. Tím se i při nezměněných cenách zvyšuje objem zisku. Zlepšení jakosti však vyvolává i adekvátní pohyb cen.

Dopad zlepšení jakosti na ekonomické kategorie uživatelů je také zřejmý. Dokonalejší výrobky mají sice vyšší pořizovací cenu, ale toto zvýšení by mělo být vyrovnáno snížením provozních výdajů a ztrát z titulu nedisponibility.



Obr. 2 Podstata ekonomiky jakosti

Zvýšením jakosti by mělo dojít k dokonalejšímu uspokojování potřeb uživatelů a tím i k vyšším ekonomickým přínosům. Poznání těchto přínosů je důležité nejen pro kupujícího, ale i pro výrobce, zejména pro ty jeho činnosti, které souvisí s návrhem ceny.

Z uvedeného vyplývá, že ekonomika jakosti nemůže být zužována pouze na monitoring výdajů, ale je žádoucí ji rozložit na minimálně tyto (související) oblasti [5]:

- Sledování a vyhodnocování výdajů vztahujících se k jakosti (včetně nákladů na životní cyklus).
 - Definuje výši ztrát způsobených nedostatky v zabezpečování jakosti výrobků a služeb.
 - Odhaluje všechny významné vlivy na jakost určitého podnikového výkonu.
 - Nutí k postupnému odstraňování zjištěných nedostatků, které vyvolávají zvýšené výdaje.
 - Umožňuje redukovat celkové výdaje podniku.
- Sledování a vyhodnocování efektů (efektivnosti) jakosti
 - Umožňuje sledování vlivu jakosti na hospodářské výsledky organizace.
 - Kvantifikuje přínosy vysoké jakosti ve výrobní a zejména uživatelské sféře.

- Dovoluje odhalovat ty výrobky, jež se díky své jakosti stávají hlavními nositeli ekonomické prosperity firmy.
 - Vytváří předpoklady pro správné určení ceny výrobku nebo služeb tak, aby byla stejně výhodná pro oba účastníky trhu. Navíc pak prvek ekonomiky jakosti umožňuje převádět do „řeči peněz“ i jinak obtížně vyjádřitelné aktivity jakosti.
- Tvorbu cen výrobků v závislosti na jejich jakosti
 - Sledování a vyhodnocování výkonnosti systému managementu jakosti
 - Umožní vrcholovému vedení přezkoumávat systém managementu jakosti zejména s ohledem na plnění jeho základních funkcí, tj. maximalizace míry spokojenosti zákazníka i jiných zainteresovaných stran a minimalizaci výdajů s tím spojených.

Na základě výše uvedeného lze formulovat základní funkce prvku ekonomiky jakosti [5]:

umožnit na podnikové úrovni kvantifikovat finanční prostředky nutné pro proces plánování, regulování a zlepšování jakosti, evidovat významné přínosy a vyhodnocovat ekonomickou efektivnost zabezpečování jakosti. Formuluje tak pro vrcholné vedení podniků informační bázi zásadní důležitosti, díky které budou veškerá technická a organizační opatření v systémech managementu jakosti vyjadřována „řečí peněz“, tedy jazykem, kterému rozumí nejenom management, ale i všechny další organizační úrovně.

2.3. Výdaje vztahující se k jakosti

Tato ekonomická kategorie bývá často pojmenovaná jako „náklady na jakost“. Protože však podstatou těchto nákladů nejsou jen efektně vynaložené prostředky, ale zejména ztráty způsobené nedokonalými procesy managementu jakosti (a ztráty není možné z ekonomického hlediska považovat za náklady), je vhodnější používat pojem „výdaje vztahující se k jakosti“.

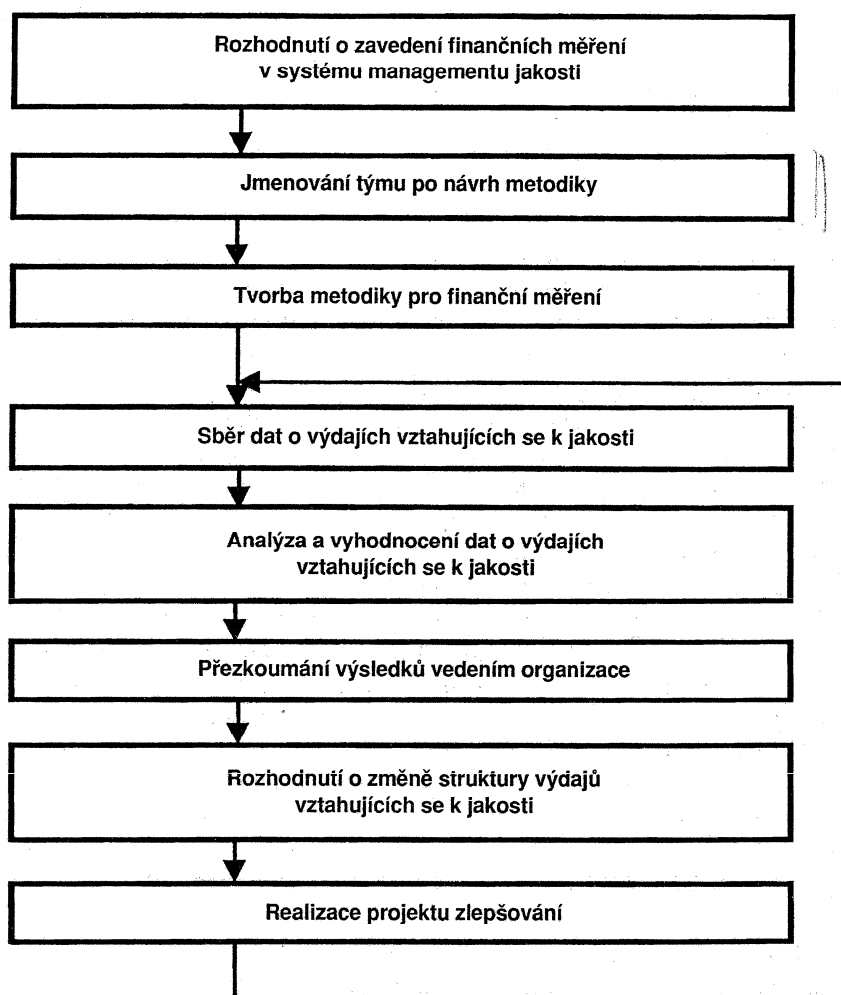
J.M.Juran ve své knize JURAN'S QUALITY HANDBOOK píše [6]: „Termín "výdaje na jakost" má pro různé lidi různý význam. Někdo chápe "výdaje na jakost" jako výdaje na nízkou jakost (zejména výdaje na nalezení a opravu špatné práce); jiný chápe tento termín

jako výdaje na dosažení jakosti; ještě jiní uživatelé tohoto termínu tím míní výdaje na provoz oddělení jakosti.“

Sám Juran ve své knize používá termín výdaje na jakost ve významu výdaje na nízkou jakost.

Výstižnější definici přinesl slovník Evropské organizace pro jakost (1989) [7]: **Výdaje vztahující se k jakosti jsou výdaje vynaložené výrobcem, uživatelem a společností spojené s jakostí výrobku nebo služby.**

Pro praktická měření výše výdajů vztahujících se k jakosti musí být obsah těchto výdajů konkretizován a rozčleněn. Bez ohledu na to, jak jsou tyto výdaje členěny, existuje obecný algoritmus finančních měření. Tento algoritmus je zobrazen na obrázku 3 [8].



Obr. 3 Etapy procesu finančních měření v systémech managementu jakosti

K měření a monitorování výdajů vztahujících se k jakosti lze využít některého ze základních modelů uvedených v tabulce 1 [8]: , kde jsou uvedeny i základní odlišnosti těchto modelů.

Klasickým modelem pro měření a monitorování výdajů vztahujících se k jakosti je model PAF (*prevention, appraisal, failure*). Tento model svým členěním umožňuje sledovat, jak se výdaje na prevenci a zlepšování zhodnocují poklesem zbývajících skupin výdajů. Tento model je nejrozšířenější jak v zahraničí, tak u nás a je často popisován i v zahraničních zdrojích a odborných člancích [9] [10] . Ve Velké Británii je od roku 1990 normován.

Tab. 1 Základní odlišnosti modelů finančních měření v SMJ

Model Skupina výdajů	Model PAF	Model COPQ	Model procesních nákladů	Model výdajů na životní cyklus
Výdaje na interní vady	X	X	X	X
Výdaje na externí vady	X	X	X	X
Výdaje na hodnocení	X		X	X
Výdaje na prevenci	X		X	X
Promrhané investice a příležitosti		X	X	
Škody na prostředí		X		
Výdaje vztahující se k jakosti u uživatele				X

Model COPQ (*Cost of Poor Quality*) je výsledkem speciálního projektu, který byl řešen s cílem podpořit zavádění systémů managementu jakosti v organizacích postkomunistických zemí. Vychází z předpokladu, že neplnění požadavků způsobuje výrobcům nezanedbatelné ztráty. Zaměřuje se výhradně na mapování neproduktivních ztrát a kromě výdajů na interní a externí vady pak uvažuje i s výdaji na promrhané investice a příležitosti a na škody na prostředí.

Model procesních nákladů vyhovuje pojetí TQM. Nesleduje výdaje spojené s určitými produkty, ale výhradně výdaje na procesy. Model rozlišuje pouze dvě základní skupiny výdajů:

- výdaje na shodu – reprezentují minimální výdaje na realizaci procesu tím nejefektivnějším způsobem;

- výdaje na neshodu – zbytečně promrhané prostředky, které se v rámci procesu spotřebují bez efektu.

Zásadně však neplatí, že by pod výdaji na shodu byly chápány výdaje na prevenci a hodnocení (podle PAF), a pod výdaji na neshodu výdaje na interní a externí vady. Tento model je také ve Velké Británii normován.

Model výdajů na životní cyklus slouží k monitorování a měření výdajů u uživatelů (zákazníků). Všeobecný úvod ke koncepci analýzy nákladů životního cyklu poskytuje norma ČSN EN 60300-3-3 [11]. Tato norma definuje analýzu nákladů na životní cyklus jako: „proces ekonomické analýzy pro posouzení nákladů životního cyklu produktu v celém životním cyklu nebo jeho části“. Výdaje na životní cyklus v sobě zahrnují výdaje uživatele na nákup, instalaci a používání výrobku po celou dobu jeho užívání, jakož i na jeho vypořádání (likvidaci). Tento model předpokládá, že v nákupní ceně jsou zahrnuty výdaje na jakost u výrobce a jako jediný se orientuje na výdaje u uživatelů. Tento model je vhodný pro používání u dodavatelů výrobků dlouhodobého užití, kde pořizovací cena tvoří jen malou část celkových výdajů.

2.3.1. Výdaje na interní vady [8]

Do těchto výdajů se zahrnují položky výdajů, které vznikají uvnitř podniku v důsledku vad při plnění požadavků na jakost a nedostatky byly odstraněny ještě před odesláním zákazníkovi. Jedná se například o výdaje na odstraňování neshod s dokumentací, na práci při opravách, opakované kontrole, na ztráty znehodnocením materiálu apod.

Základní struktura výdajů na interní vady je uvedena v tabulce 2.

Tab. 2 Základní struktura výdajů na interní vady

Výdaje na interní vady			
Výdaje na vady při výrobě a poskytování služeb	Výdaje vztahující se k vadám dodávek	Výdaje vztahující se k vadám návrhu a vývoje	Další výdaje na interní vady

2.3.2. Výdaje na externí vady [8]

Výdaje na externí vady vznikají mimo organizaci po dodání zákazníkovi, způsobené vadami při plnění požadavků na jakost. Vznikají už v průběhu výroby. Některé z položek

těchto výdajů se dají snadno vyčíslit, jako například výdaje na reklamace. Jiné položky jsou vyčíslitelné obtížně, jako například ztráta dobrého jména, nespokojenost zákazníka apod.

Základní struktura výdajů na interní vady je uvedena v tabulce 3.

Tab. 3 Základní struktura výdajů na externí vady

Výdaje na externí vady	
Výdaje vztahující se k nespokojenosti zákazníků	Výdaje z titulu ztracených příležitostí

2.3.3. Výdaje na hodnocení [8]

Výdaje na hodnocení jsou výdaje na oceňování toho, zda bylo dosaženo definovaných požadavků na jakost. Jedná se o výdaje na měření, kontroly, testy a prověrky výrobků a procesů. Představují první ze skupin efektivně vynakládaných prostředků v organizaci.

Základní struktura výdajů na hodnocení je uvedena v tabulce 4.

Tab. 4 Základní struktura výdajů na hodnocení

Výdaje na hodnocení				
Výdaje na interní procesy posuzování shody	Výdaje na externí procesy posuzování shody	Výdaje na nákup a údržbu měřidel	Výdaje na přezkoumání záznamů o hodnocení	Další výdaje na hodnocení

2.3.4. Výdaje na prevenci [8]

Výdaje na prevenci jsou výdaje na jakoukoliv činnost, vztahující se na vyšetřování, předcházení, nebo snižování rizika výskytu vad, stejně jako výdaje na zvyšování jakosti prostřednictvím korekcí. Zahrnují výdaje na různé analýzy jakosti, plánování, informační systémy, výchovu, motivaci apod. [7].

Výdaje na prevenci by měly představovat jedinou trvale vzrůstající skupinu výdajů vztahujících se k jakosti.

Základní struktura výdajů na prevenci je uvedena v tabulce 5.

Tab. 5 Základní struktura výdajů na prevenci

Výdaje na prevenci						
Výdaje na rozvoj vztahů se zákazníky	Výdaje na MJ návrhu a vývoje	Výdaje na MJ dodávek	Výdaje na MJ při realizaci výrobků a služeb	Výdaje na organizaci a správu SMJ	Výdaje na procesy zlepšování	Další výdaje preventivní povahy

2.3.5. Promrhané investice a příležitosti [8]

Důvodem vzniku těchto zbytečných výdajů bývají nejčastěji nesprávné odhady a špatná rozhodnutí řídicích struktur organizace. Identifikace a vyčíslování těchto výdajů bývá v praxi velmi obtížné nejen z důvodu neochoty managementu přiznat si chyby, ale i proto, že důsledky chybných rozhodnutí mohou být zaznamenány až s velkým časovým skluzem.

2.3.6. Škody na prostředí [8]

Příčinou vzniku těchto výdajů je nedodržování požadavků na životní prostředí, včetně výdajů na uvedení prostředí do původního stavu. Význam této kategorie výdajů stoupá zejména v souvislosti se zaváděním a rozvojem tzv.environmentálních manažerských systémů podle soustavy norem řady ISO 14 000.

2.3.7. Výdaje vztahující se k jakosti u uživatele [8]

Tyto výdaje normy označují jako náklady na životní cyklus. Jak už bylo zmíněno v úvodu kapitoly 2.3, všeobecný úvod ke koncepci analýzy nákladů životního cyklu poskytuje norma ČSN EN 60300-3-3 [11]. V této normě jsou zvláště zdůrazněny výdaje spojené se spolehlivostí produktu.

Model nákladů na životní cyklus slouží k monitorování a měření výdajů u uživatelů (zákazníků). Jsou to celkové výdaje uživatele na nákup, instalaci, jakož i výdaje na používání určitého výrobku za celou dobu tohoto používání.

Sleduje celkové výdaje uživatelů, včetně ztrát z nedisponibility, tj. ztrát způsobených poruchovostí výrobku.

Stanovenou dobou používání je buď celková doba fyzické životnosti sledovaného výrobku, nebo jeho předem stanovená část. Sledování a vyhodnocování dat o těchto výdajích má smysl pouze v těch případech, kdy provozní a jiné výdaje nejsou nezanedbatelné v porovnání s pořizovacími výdaji na tato zařízení. Lze ale předpokládat, že u většiny technických zařízení a výrobků spotřebního charakteru měření výdajů vztahujících se k jakosti u uživatelů je důležité a to už ve fázi jejich návrhu, kde je možné ovlivnit jejich výši až z 90% .

Základní struktura výdajů vztahujících se k jakosti u uživatele je uvedena v tabulce 6.

Tab. 6 Základní struktura výdajů vztahujících se k jakosti u uživatele

Výdaje vztahující se k jakosti u uživatele			
Výdaje na pořízení a instalaci zařízení	Výdaje na provoz a údržbu zařízení	Výdaje z titulu nedisponibility zařízení	Výdaje na likvidaci zařízení po jeho dožití

2.3.8. Aplikace metodiky finančních měření [8]

Organizace si musí při zavádění metodiky finančních měření uvědomit náplň výdajů vztahujících se k jakosti v prostředí vlastní firmy a rozhodnout, který z modelů bude používat. Organizace, které chtějí snižovat vnitřní neefektivnost, mohou použít i kombinaci modelů. Jako nejlepší alternativu sběru a vyhodnocování dat o zbytečných výdajích a ztrátách z důvodu špatné práce a výkonnosti můžeme chápat kombinaci modelu PAF a COPQ.

Jakmile je zvolen model a struktura sledovaných podskupin výdajů, je nutné jednotlivé podskupiny naplnit konkrétními položkami výdajů. Výběr položek by měl začít úvahami, zda daná položka souvisí s procesy realizace preventivních opatření, správou systému nebo zlepšováním. Je-li tomu tak, jde o položku výdajů na prevenci. Není-li, pak se zkoumá, zda položka není spojena s procesy hodnocení a posuzování shody. Pokud ano, přiřadí se do podskupiny výdajů na hodnocení. Nezařadí-li se položka do žádné z dvou předchozích podskupin, může být svázána se zbytečnými výdaji. Následně se zkoumají její vazby na odstraňování škod na prostředí, na možnost špatného rozhodnutí řídicích pracovníků, na neplnění požadavků uživatele po dodání nebo na jiné neplnění specifikací jakosti u výrobce.

Až po prokázání, že daná položka nesouvisí se žádným z výše uvedených případů, může být rozhodnuto, že nejde o položku výdajů vztahujících se k jakosti.

Pokud je výčet položek příliš rozsáhlý, měl by být uplatněn tzv. Paretův princip, aby metodika finančních měření nebyla nesmyslně náročná na realizaci, ale současně aby bylo zaručeno, že se s velkou pravděpodobností zachytí cca 80% všech výdajů vztahujících se k jakosti.

Jakmile je hotov seznam položek, je nutné stanovit, které z položek jsou již v dosavadním systému ekonomické evidence samostatně sledovány. Lze očekávat, že takovýchto tzv. čitelných položek nebude mnoho. Tyto položky tvoří jen špičku ledovce. Významná část položek výdajů vztahujících se k jakosti je na začátku tvorby metodiky anonymně ukryta v režijních nákladech. Odhalení již evidovaných položek je důležité nejen proto, abychom se nesnažili měnit, co už v organizaci ve vztahu k jakosti bylo u výdajů sledováno (mohlo by dojít k prohloubení averze zaměstnanců a ekonomických pracovníků k problematice managementu jakosti i k metodice finančních měření), ale na základě této analýzy sledovanosti výdajových položek je možné naplánovat rozsah dalších prací na tvorbě metodiky.

Dále je nutné vyřešit, jak ze skrytých výdajových položek učinit čitelné. U každé z doposud neevidovaných položek se musí určit:

- náplň položky – jak se bude konkrétní položka výdajů kvantifikovat. Je nutné např. stanovit, zda určitá položka bude obsahovat mzdové, materiálové a nepřímé výdaje, a také vyřešit otázku podílu těchto výdajů na velikosti položky;
- místo prvotního záznamu položky, které by mělo být pokud možno co nejbližší jejímu vzniku, tj. přímo v těch organizačních jednotkách, které tuto položku spotřebují. Příkladem může být sledování položky výdajů na procesy přezkoumání návrhu přímo v útvarech návrhu a vývoje;
- způsob evidence položky - buď zavést pro její sledování nový analytický účet v rámci platné účtové osnovy, nebo sledovat položku formou operativní evidence libovolným vhodným způsobem;
- jednoznačnou odpovědnost za sledování na konkrétní funkci v organizační struktuře;
- četnost sledování, která závisí na potřebách analýzy dat z finančních měření i na požadavcích manažerů.

Je velmi vhodné, aby vypracovaná metodika sledování jednotlivých položek výdajů vztahujících se k jakosti byla přenesena do oficiálního dokumentu, který bude součástí

dokumentace SMJ. Tím se zajistí, že práce s informacemi o těchto výdajích bude prováděno vždy podle stejných pravidel a umožní prověřování stanovených postupů formou interních auditů. Totéž platí o postupech zpracování dat o výdajích vztahujících se k jakosti.

2.3.9. Možnosti analýzy dat o výdajích vztahujících se k jakosti [8]

Sledování a zaznamenávání výdajů vztahujících se k jakosti by mělo být zabezpečováno zaměstnanci útvarů, kde tyto údaje vznikají, sběr a vyhodnocování těchto dat má být v odpovědnosti manažerů jakosti. Dle normy ČSN EN ISO 9001:2009 [12] čl.8.4 lze říct, že smyslem analýzy těchto dat musí být:

- poznání trendů vývoje jednotlivých podskupin výdajů vztahujících se k jakosti;
- odhalení příležitostí ke zlepšování (snižování ekonomických ztrát).

Pro odhalení prvního z bodů je nutné použít nejen vhodné grafické výstupy, ale zejména vhodně navrženou stupnici poměrových ukazatelů. Porovnávací základna má být zvolena tak, aby bylo možné tyto ukazatele sledovat nejen v čase, ale i vzhledem k možným změnám této porovnávací základny.

Obvykle bude absolutním výchozím ukazatelem celkový objem výdajů vztahujících se k jakosti v organizaci – V_Q [8]. Za předpokladu kombinace modelů PAF a COPQ by mělo platit:

$$V_Q = V_I + V_E + V_{PP} + V_{\text{šP}} + V_H + V_P \quad [\text{Kč}] \quad (1)$$

Kde:	V_I	- výdaje na interní vady v organizaci v určitém období v Kč
	V_E	- výdaje na externí vady v organizaci v určitém období v Kč
	V_{PP}	- výdaje na promrhané investice a příležitosti v organizaci v určitém období v Kč
	$V_{\text{šP}}$	- výdaje na škody na prostředí v organizaci v určitém období v Kč
	V_H	- výdaje na hodnocení v organizaci v určitém období v Kč
	V_P	- výdaje na prevenci v organizaci v určitém období v Kč

Tento ukazatel by měl být chápán pouze jako vstupní k dalšímu využití v poměrových ukazatelích.

Poměrové ukazatele:

Index změn výdajů vztahujících se k jakosti (I_{VQ}) - definuje změny celkových výdajů vztahujících se k jakosti v čase

$$I_{VQ} = \frac{V_{Q1}}{V_{Q0}} \quad (2)$$

Kde: V_{Q1} - objem výdajů vztahujících se k jakosti v období 1
 V_{Q0} - objem výdajů vztahujících se k jakosti v období 0 (předpokládá se, že období 0 bude bezprostředně předcházet stejně dlouhému období 1)

Tento ukazatel umožní sledování výdajů vztahujících se k jakosti v meziročním popř. jiném vhodně stanoveném období, ale nereflektuje změny výkonů organizace ve sledovaných obdobích.

Index změn výdajů vztahujících se k jakosti by měl být proto doplněn indexem změn výkonů.

Index změn výkonů (I_V)

$$I_V = \frac{V_{O1}}{V_{O0}} \quad (3)$$

kde: V_{O1} - objem výkonů organizace v období 1 ve vhodných jednotkách
 V_{O0} - objem výkonů organizace v období 0 ve stejných jednotkách

Žádoucí je, když hodnota I_{VQ} je ve srovnatelném období nižší než hodnota I_V .

Poměr všech neproduktivních výdajů k celkovým výdajům organizace (P_{VN})

$$P_{VN} = \frac{V_I + V_E + V_{PP} + V_{\text{šP}}}{N_C} \quad [\%] \quad (4)$$

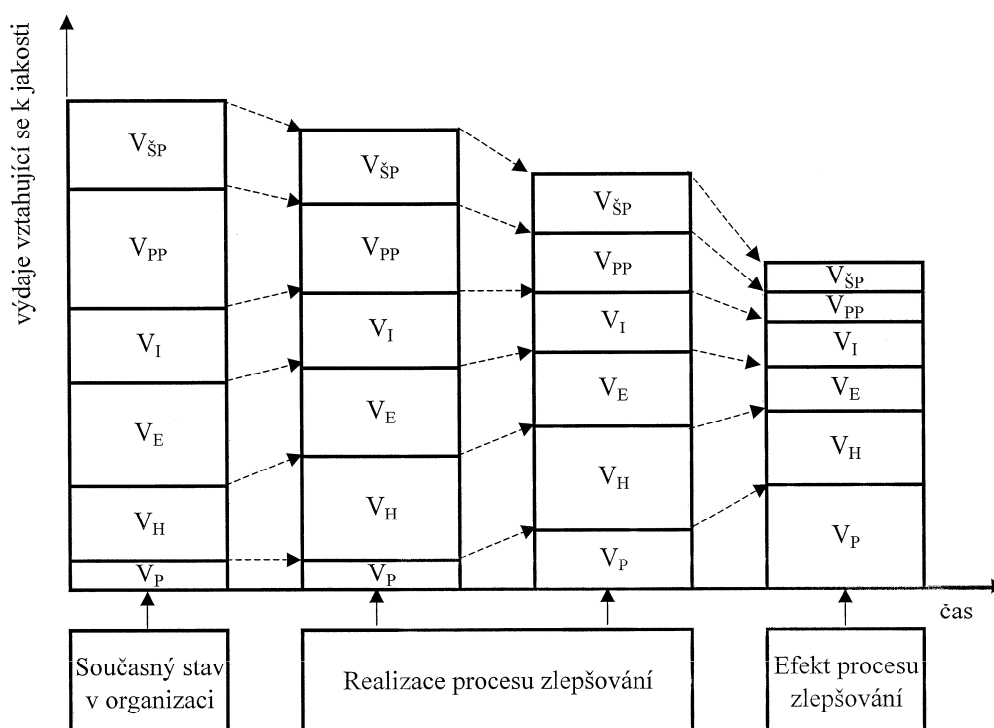
kde: N_C - celkové výdaje organizace ve sledovaném období

Hodnota tohoto poměru by se měla trvale snižovat jako důsledek realizace projektů neustálého zlepšování.

Podobným způsobem můžeme definovat i další poměrové ukazatele.

Samostatnou pozornost je nutné věnovat vývoji vnitřní struktury výdajů vztahujících se k jakosti, tj. procentnímu podílu jednotlivých podskupin. Lze konstatovat, že jako důsledek výkonnosti systému managementu jakosti, by se měl podíl podskupin, které na sebe váží neproduktivní výdaje snižovat. Podíl výdajů na prevenci a zlepšování by měl trvale vzrůstat.

Rozhodnutí o aplikaci vhodných procesů zlepšování jsou obvykle v rukou managementu organizace a směřují k optimalizaci výdajů vztahujících se k jakosti. Efekt optimalizace výdajů vztahujících se k jakosti je znázorněn na obrázku 4.



Obr. 4 Efekt optimalizace výdajů vztahujících se k jakosti

3. Nedestruktivní zkoušení svarů (NDT) [13]

Nedestruktivní metody zkoušení (dále jen NDT) jsou významným článkem péče o jakost. Bývají součástí výrobního procesu a mnohdy splnění požadavků na rozsah a způsob NDT bývá podmínkou prodejnosti, popřípadě uvolnění výrobku do provozu.

Představují rozsáhlou oblast zkoušení materiálů a výrobků bez jejich porušení, včetně zjišťování poruch za provozu zařízení bez nutného demontování.

V tabulce 7 je přehled základních metod NDT používaných ke kontrole svarových spojů včetně předpisů používaných při jejich aplikaci.

Tab.7 Přehled základních metod NDT používaných ke kontrole svarových spojů

Metoda zkoušení		Technika a třída zkoušení	Stupeň jakosti
Vizuální zkouška	VT	ČSN EN 970 (ČSN EN 13018 všeobecné zásady)	ČSN EN ISO 5817 (ocel) ČSN EN ISO 10042 (hliník)
Zkouška kapilární	PT	ČSN EN 571-1	ČSN EN 1289
Zkouška magnetická prášková	MT	ČSN EN 1290	ČSN EN 1291
Zkouška prozařováním	RT	ČSN EN 1435	ČSN EN 12 517
Zkouška ultrazvuková	UT	ČSN EN 1714	ČSN EN 1712

Každá metoda má své hranice použitelnosti, které vycházejí z **fyzikálního principu**, na kterém je metoda založena. Vždy je nutné vědět, „co“ (vady plošné, objemové popř. bodové) a „kde“ (vady povrchové, vnitřní) chceme najít a zvolit vhodnou kombinaci NDT metod.

Bez pochopení základních fyzikálních principů jednotlivých metod bývá obtížné rozhodnout jakou metodu zvolit nebo je-li zákazníkem požadovaná zkouška určenou metodou z technických důvodů proveditelná v předepsaném rozsahu.

3.1. Vady svarů

Podle tvaru:

Plošné	trhliny, studené spoje, neprůvary apod.
Objemové	póry, staženiny, vměsky (kovové i nekovové) apod.
Bodové	mikropóry, malé sférické vměsky

Podle polohy:

Povrchové	trhliny, studené spoje na svarové ploše, zápaly, vruby, krápníky, neprovařený kořen, póry (metody VT, MT, PT)
Vnitřní	póry, staženiny, vměsky, studené spoje, neprůvar v kořeni (u oboustranného nebo koutového svaru), vnitřní trhliny apod. (UT, RT)

Vady svarových spojů a příčiny jejich vzniku jsou závislé na druhu svařovaného materiálu a způsobu svařování.

3.1.1. Přípustnost vad ve svarech

Přípustnost vad ve svarech je dána druhem, velikostí a četností vyskytujících se vad v závislosti na typu svařované konstrukce a způsobu jejího namáhání.

Rozsah NDT a přípustnost vad určuje konstruktér popř. technolog dle norem, směrnic pro jakost, požadavků na bezpečnost nebo dle zvláštních požadavků zákazníka.

Přípustnost vad je definována stupněm přípustnosti, jehož kritériem je rozměrová charakteristika vad (max. přípustná velikost vady).

3.2. Vizuální zkouška (VT)

VT je nejjednodušší nedestruktivní kontrola. Zjišťuje zjevné povrchové vady a ověřuje splnění podmínek stavu povrchu před dalšími NDT.

Přímá vizuální kontrola (*direct visual testing*):

Vizuální kontrola, při které není přerušena optická dráha mezi okem pozorovatele a kontrolovanou plochou; kontrola se provádí bez pomůcek nebo s pomůckami např. zrcadlo, lupy, endoskopy nebo přístroje s optickými vlákny.

Nepřímá vizuální kontrola (*remote visual testing*):

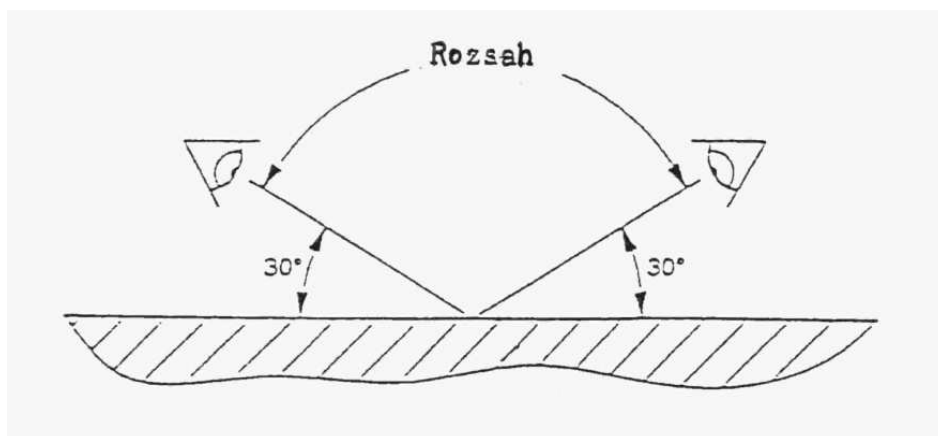
Vizuální kontrola, při které je přerušena optická dráha mezi okem pozorovatele a kontrolovanou plochou; nepřímá VT zahrnuje používání fotografie, video techniky, automatizovaných systémů a robotů.

Pro provedení přímé kontroly musí být dostatečný prostor pro oči. Kontrolovaný povrch se prohlíží ze vzdálenosti menší než 600 mm a pod úhlem, který není menší než 30°(obr.5).

Intenzita osvětlení povrchu musí být nejméně 350 lx, doporučuje se 500 lx.

Rozsah kontroly musí být stanoven předem v technické dokumentaci výrobku.

VT se provádí vždy před dalším zkoušením jinou metodou NDT jednak z důvodu odstranění případných vad, které by mohli ovlivnit výsledek dalších NDT, jednak z důvodů ekonomických.



Obr. 5 Přístupnost pro kontrolu

Vizuální kontrola povrchu se může provádět před svařováním, během svařování a po dokončení svařování.

Hodnocení vad svarů se provádí dle ČSN EN ISO 5817 (pro ocel) popř. dle ČSN EN 10042 (pro hliník).

3.3. Kapilární zkouška (PT)

Tato metoda je založena na jednoduchosti provedení a tím se stává jednou z nejpoužívanějších metod zkoušení. Aby tato metoda byla v praxi spolehlivá, musí se znát a akceptovat fyzikální principy této metody. Vnikání penetrantu do necelistvostí probíhá na základě působení kapilární elevace (vzlínání kapaliny).

Např. pipeta – kapalina sama vniká do tenké trubičky a vystoupá výše, než je hladina odebírané kapaliny.

Vhodná kapalina (penetrant) se nanese na zkoušený povrch a nechá se vnikat do necelistvostí. Po vniknutí (penetraci) do necelistvosti se přebytečný penetrant ze zkoušeného povrchu pečlivě odstraní tak, aby penetrant vniklý do necelistvostí zůstal zachován a okolní povrch byl čistý. Poté se nanese vývojka. Vývojka nasává penetrant, který vnikl do necelistvostí. Takto je možno zjistit i vady pouhým okem nezjistitelné.

Vzhledem k fyzikálnímu principu metody lze jí zjišťovat pouze necelistvosti, které bezprostředně souvisí s povrchem zkoušené součásti a jsou na povrchu otevřené, aby do nich mohla vnikat detekční kapalina. Proto je tato metoda velmi citlivá na mechanickou i chemickou čistotu povrchu a povrch musí být očištěn od všech nečistot, které by mohly znesnadnit vniknutí penetrantu do necelistvosti nebo reagovat s penetrantem a ovlivnit jeho kapilární vlastnosti.

Při kontrole svarových spojů jde hlavně o zjišťování povrchových trhlin, studených spojů, zápalů a pórů. Touto metodou lze zjišťovat i těsnost svarů (malých tlouštěk).

Zjištění uzavřených nebo vnitřních vad metodou PT není možné.

Základem pro určení přípustnosti relevantní indikace je určení, zda se jedná o vadu lineární nebo nelineární (okrouhlou).

3.4. Zkouška magnetická prášková (MT)

Tato metoda slouží podobně jako metoda penetrační ke zjišťování povrchových necelistvostí.

Navíc umožňuje zjistit i necelistvosti ležící těsně pod povrchem. Touto metodou však lze zkoušet jen materiály feromagnetické, tedy oceli obvyklé jakosti.

MT je založena na skutečnosti, že ve zmagnetovaném feromagnetickém materiálu se v místě necelistvosti nebo náhlé změny magnetických vlastností zvýší magnetický odpor, který způsobí deformaci šířícího se magnetického pole, takzvaný rozptyl. Rozptylem se rozumí ta část magnetického toku, která probíhá mimo předpokládanou dráhu, např. u povrchové vady vystoupí ze zmagnetovaného předmětu do vzduchu a vlivem magnetické vodivosti vzduchu vadu překlene a za vadou se opět šíří předmětem dále. Toto je možné indikovat přivedením feromagnetického prášku na povrch zmagnetovaného předmětu. Prášek se začne hromadit v místě vzniklého rozptylového pole a vytváří zřetelnou stopu, která je obrysem vady.

Aby magnetický rozptylový tok nad necelistvostí vznikl, musí být tato orientována nejlépe do směru kolmého ke směru magnetování a magnetizační pole musí mít dostatečnou intenzitu.

Z fyzikálního principu obou metod (PT a MT) lze velmi obecně říci, že pro zjišťování pórů (okrouhlých necelistvostí) je vhodnější metoda PT a pro zjišťování trhlin (podélných, někdy velmi uzavřených necelistvostí) je vhodnější metoda MT.

3.5. Zkouška prozařováním (RT)

RT je zaměřena především na zjišťování objemových vnitřních vad materiálu. Zkoušení se provádí u různých druhů materiálů, kovových i nekovových.

Tato zkouška využívá lokální změny intenzity pronikavého záření prošlého zkoušeným předmětem. Změna záření se obvykle registruje pomocí radiografického filmu.

Pro RT zkoušení se používá záření rentgenové nebo gama, popř. urychlovač. Zdrojem RTG záření jsou RTG aparatury, nejpoužívanějšími zdroji gama záření jsou izotopy Ir192 a Co60. Nastavení napětí na rentgence, popřípadě volba použitého zdroje záření závisí vždy na prozařované tloušťce materiálu. Pokud se použije způsob prozařování přes dvě stěny, musí se tloušťky stěn sečíst. Minimální vzdálenost zdroje záření od zkoušeného objektu závisí na prozařované tloušťce a velikosti ohniska zdroje záření. Pro technické provedení zkoušky je tedy třeba dostatek místa jak pro umístění filmu, tak pro umístění zdroje záření za předpokladu splnění podmínek metodických předpisů (např. ČSN EN 1435).

Intenzita záření se při průchodu materiálu snižuje úměrně jeho tloušťce a absorpčním vlastnostem. Přítomné nehomogenity (vady) vytvářejí reliéf prošlé intenzity, ze kterého lze usuzovat na jejich typové i rozměrové charakteristiky.

Touto metodou jsou dobře zjistitelné vady objemového charakteru (dutiny, vměsky).

Nespolehlivě se prokazují vady plošného charakteru (zejména trhliny – doporučuje se UT), kde hraje důležitou roli orientace vady vzhledem ke směru svazku záření.

V případě velmi nepříznivé orientace vady ke směru svazku může být někdy obtížné i zjištění vad typu studeného spoje nebo neprůvaru.

3.6. Ultrazvuková zkouška (UT)

Ultrazvuk je mechanické vlnění s frekvencí vyšší než 20 kHz šířící se prostředím v důsledku jeho elastických vlastností. Při frekvenci nad 100 kHz se zvuková energie šíří ve svazku, který se může odrážet, lámat, ohýbat a absorbovat. Při vysokých frekvencích (řádově MHz) jsou ultrazvukové vlny mimořádně tlumeny a vzduchem se nešíří. Mohou se však šířit v pevných materiálech jako jsou např. kovy. Pro vysílání, přijímání a zpracování ultrazvukových signálů slouží v NDT ultrazvukový přístroj s příslušnou sondou. Tento přístroj vytváří budící impuls krátkého trvání, který vybudí mechanické kmity v měniči sondy. Tyto kmity se v součásti šíří jako zvuková vlna. Zvukové vlny se na rozhraní odrážejí a mohou být opět přijaty. Přijatý signál se zobrazí na obrazovce přístroje ve formě echa. Při správném nastavení přístroje lze určit vzdálenost libovolného reflektoru (nehomogenity) podle vzdálenosti příslušného echa od vysílacího impulsu na obrazovce. Pomocí vzorců je možno určit souřadnice reflektorů. Moderní přístroje tyto souřadnice určují automaticky.

Ultrazvuková kontrola má omezení rozsahu kontrolovaných tloušťek materiálu. Běžnými technikami se zkouší materiály od tloušťek 8 mm. Při průchodu ultrazvuku materiálem dochází k útlumu, proto zkoušení velkých tloušťek je také omezené. Pracovní

rozsahy ultrazvukových sond jsou uvedeny v katalogových listech. Obecně lze říci, že materiály s hrubším zrnem jsou hůře prozvučitelné.

Při kontrole svarů se obvykle používají sondy úhlové, kdy svazek je do materiálu vyslán pod určitým úhlem. V okolí svaru musí být tedy dostatek místa pro polohu a pohyb sondy a pro dráhu svazku.

Praktická část

4. Nedestruktivní zkoušky ve společnosti ALSTOM s.r.o.

4.1. Postup provádění NDT zkoušek

Nedestruktivní zkoušky provádějí pro Divizi výroby kotlů ve společnosti ALSTOM s.r.o. externí dodavatelé. Divize preferuje výběr dodavatele ukončený smlouvou na dlouhodobou spolupráci. Je preferován dodavatel, který s divizí již dlouhodobě spolupracoval a má nejen všeobecně platné kvalifikace a certifikace potřebné k provádění NDT, ale i kvalifikace a certifikace na zaměstnanecké bázi jak vyžadují např. americké předpisy jako je SNT-TC-1A v návaznosti na ASME Code.

Nedestruktivní zkoušky jsou plánovány ve výrobních postupech dle dohodnutých norem/ předpisů/ standardů nebo dle zvláštních ujednání.

Funkce pověřená koordinací NDT zkoušek shromáždí všeobecné podklady pro provádění NDT zkoušek dostupné před zahájením výroby od inženýra jakosti projektu, posoudí přiměřenost vstupních informací a předá je pověřenému pracovníkovi dodavatele. Dílčí objednávky na konkrétní zkoušky předává příslušný kontrolor. Spolu s objednávkou předá kontrolor výrobek ke zkoušce. Pověřený pracovník dodavatele rozhodne o umístění výrobku ve zkušebních prostorách NDT nebo o přípravě výrobku ke zkoušce v provozu výroby.

Výrobek po zkoušce převezme od dodavatele opět kontrolor, spolu s kopií objednávky, kde je zaznačen výsledek zkoušky. Protokol o průběhu a výsledku zkoušky předkládá dodavatel NDT specialistovi divize, který je pověřen dozorem nad dodavatelem.

V případě nevyhovujícího výsledku zkoušky je výrobek označen červenou nálepkou a je s ním nakládáno dle interní instrukce „Řízení neshodného výrobku“. Pokud je výrobek,

zejména svar, po opravě předložen k NDT, musí být ze záznamu o zkoušce patrné, že se jedná o svar opravovaný.

NDT specialista je současně pověřen i kontrolou výkonu dodavatele a následnou kontrolou fakturovaných položek.

4.2. Typ a rozsah zkoušení dle ČSN EN 12952-6 [14]

V současné době je převážná část zakázek ve společnosti realizována dle norem řady ČSN EN 12952, kde pravidla pro NDT zkoušky jsou popsány v části 6 [14].

Typy a rozsahy zkoušení při výrobě vodotrubných kotlů jsou uvedeny v tabulce 8 pro svary bubnů, v tabulce 9 pro svary komor a v tabulce 10 pro svary trubek.

Z hlediska řízení výdajů jsou důležitá pravidla pro výběr svarů ke zkoušce. Je-li stanoveno zkoušení v rozsahu 10% musí svary vybrané pro kontrolu zahrnovat vzorek práce každého svářeče na každé příslušné části podle příslušného postupu svařování. V případě výroby menšího počtu stejných svarů je tedy důležité, aby při nasazování jednotlivých svářečů bylo zohledněno toto pravidlo, protože např. v případě výroby 20 svarů jedním svářečem jsou kontrolovány 2 svary. Pokud 20 svarů vyrábí 4 svářeči, kdy jeden vyrobí 11 svarů a další svářeči po 3 svarech musí se ke kontrole předložit $2+1+1+1 = 5$ svarů!

Tab.8 Typy a rozsahy zkoušení při výrobě vodotrubných kotlů pro svary bubnů

NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY SVARŮ - BUBNY		
<i>Podélné a obvodové svary</i>		
	100% RT/UT 100% MT	u oceli skupiny 4 možný pouze UT tloušťka stěny menší nebo rovna 25 mm: 10% MT plus T-spoje (v délce 250 mm u T-spojů)
<i>Svary tlakového spoje (nátrubky...)</i>		
tloušťka stěny větší nebo rovna 25 mm (s plným průvarem)	100% UT 100% MT	je-li průměr menší 142 mm, nepožaduje se žádná UT zkouška
tloušťka stěny větší nebo rovna 15 mm a menší než 25 mm (s plným průvarem)	10% UT 100% MT	je-li průměr menší 142 mm, nepožaduje se žádná UT zkouška
všechny ostatní svary, včetně těsnostních	10% MT	
<i>Svary připojovaných částí (ucha, závěsy...)</i>		
svary, které nesou zatížení	100% MT	
svary, které nenesou zatížení	10% MT	

Tab.9 Typy a rozsahy zkoušení při výrobě vodotrubných kotlů pro svary komor

NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY SVARŮ - KOMORY		
<i>Podélné a obvodové svary</i>		
	100% RT/UT 100% MT/PT	u oceli skupiny 4 a 6 možný pouze UT oceli skupiny 1 a 8 o tloušťka stěny menší nebo rovna 25 mm: 10% MT
<i>Svary tlakového spoje (nátrubky...)</i>		
tloušťka stěny větší nebo rovna 25 mm (s plným průvarem)	100% RT/UT 100% MT/PT	je-li průměr menší 142 mm, nepožaduje se RT/UT zkouška; oceli skupiny 4 a 6 možný pouze UT oceli 1 a 8 pouze 10% MT/PT
tloušťka stěny větší nebo rovna 15 mm a meší než 25 mm (s plným průvarem)	10% RT/UT 100% MT/PT	je-li průměr menší 142 mm, nepožaduje se RT/UT zkouška; oceli skupiny 4 a 6 možný pouze UT oceli 1 a 8 pouze 10% MT/PT
všechny ostatní svary, včetně těstnostních a nátrubky dc průměru menším nebo rovnou 80 mm	10% MT/PT	
<i>Svary připojovaných částí (ucha, patky ...)</i>		
svary, které nesou zatížení	100% MT	
svary, které nenesou zatížení	10% MT	
svary plechu dna	100% MT/PT 100% UT	pouze pro vnější průměr větší 70 mm a v případě plechu dna tl. stěny větší 8 mm

Tab.10 Typy a rozsahy zkoušení při výrobě vodotrubných kotlů pro svary trubek

NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY SVARŮ - TRUBKY		
<i>Podélné a obvodové svary</i>		
tl. stěny větší 25mm nebo průměr větší 142 mm	100% RT/UT 100% MT/PT	u oceli skupiny 1 a 8 pouze 10%; průměr nad 80 mm oceli 4 a 6 možný pouze UT
ostatní svary	10% RT/UT	průměr nad 80 mm oceli 4 a 6 možný pouze UT
<i>Svary tlakového spoje</i>		
tloušťka stěny větší nebo rovna 25 mm (s plným průvarem)	100% RT/UT 100% MT/PT	je-li průměr menší 142 mm, nepožaduje se RT/UT zkouška; oceli skupiny 4 a 6 možný pouze UT oceli 1 a 8 pouze 10% MT/PT
tloušťka stěny větší nebo rovna 15 mm a meší než 25 mm (s plným průvarem)	10% RT/UT 100% MT/PT	je-li průměr menší 142 mm, nepožaduje se RT/UT zkouška; oceli skupiny 4 a 6 možný pouze UT oceli 1 a 8 pouze 10% MT/PT
všechny ostatní svary	10% MT/PT	
<i>Svary mezi žebry a trubkami při výrobě panelů</i>		
	100%	Omezeno na vizuální prohlídku v rozsahu 100 %

V případě oprav namátkově kontrolovaných svarů je princip rozšíření rozsahu kontroly následující:

- a) Základ pro rozšíření rozsahu kontroly vždy souvisí s každou jednotlivou součástí, každým svářečem podílejícím se na výrobě této součásti a stejným typem svarů.
- b) Při provádění namátkové kontroly, jestliže se zjistí, že jeden nebo více než jeden svar není přijatelný, musí být kontrola rozšířena na dva další svary stejného typu za každý zamítnutý svar.
- c) Jsou-li všechny svary kontrolované v rámci této rozšířené kontroly přijatelné, lze znovu použít původní rozsah 10%.
- d) V případě, že není jeden nebo více svarů kontrolovaných v rámci této rozšířené kontroly přijatelných, potom se rozsah kontroly rozšíří o dalších deset svarů za každý zamítnutý svar při první rozšířené kontrole.
- e) Postup rozšiřování pokračuje tímto způsobem, dokud všechny svary v rámci rozšířené kontroly nebudou přijatelné.
- f) Jestliže se při rozšířené kontrole znovu zjistí nepřijatelné svary, musí se rozsah kontroly zvyšovat až na 100%.

Jak bylo uvedeno výše, ovlivňují konečnou výši výdajů na NDT různé faktory, jako např. zvolený předpis pro výrobu, nasazování svářečů a hlavně úroveň jakosti kontrolovaných svarů.

5. Analýza výdajů na NDT

Ve společnosti ALSTOM s.r.o. se v souvislosti s jakostí měří pouze výdaje na nejakost (COPQ). Jedná se o výdaje na interní vady.

Sledují se následující položky vícenákladů :

- Materiál
- Výrobní náklady
- NDT
- kooperace
- konstrukce
- příprava výroby

Z výše uvedených položek tvoří značnou část celkových vícenákladů právě výdaje na opravy vad svarů po RT a jejich opětovná kontrola. Při jejich vyčíslování se vychází z počtu svarů nevyhovujících RT.

Do položky NDT se počítají výdaje za opakované NDT po opravě svaru.

Do položky výrobní náklady se mimo jiné počítají výdaje na opravu nevyhovujícího svaru po NDT.

Proto jsem se ve své práci zaměřila na analýzu výdajů na NDT zkoušky, zejména pak na výdaje za RT zkoušky, protože tyto výdaje jednak tvoří značnou část COPQ a další část vykazovaných COPQ se vypočítává v návaznosti na vady vyhodnocené RT zkouškou.

Protože NDT zkoušky jsou ve společnosti ALSTOM s.r.o. realizovány externí organizací, nevznikají společnosti při samotném procesu NDT zkoušek jiné výdaje související s jakostí než jsou výdaje fakturované dodavatelem. Výdaje na vady vzniklé v průběhu procesu NDT jdou na vrub dodavatele a odběratel by měl platit pouze za dobře odvedenou práci.

Částku, kterou odběratel zaplatí za NDT můžeme rozčlenit do dvou základních skupin:

- výdaje na hodnocení
- výdaje na interní vady

Výdaje na hodnocení jsou všechny zkoušky předepsané ve výrobním postup na základě požadavků normy/směrnice/zákazníka apod., které jsou provedeny v základním rozsahu zkoušení.

Výdaje na interní vady jsou výdaje spojené s opakovaným prováděním NDT zkoušek po opravě svarů v případě nevyhovujícího výsledku první zkoušky. Do těchto výdajů by měly být zařazeny i výdaje na zkoušky, které jsou realizovány v rozšířeném rozsahu zkoušení na základě nevyhovujících výsledků v základním rozsahu zkoušení. Patří sem i výdaje na realizaci zkoušek na základě NCR.

V tabulkách 11 je uveden přehled výdajů za NDT dle jednotlivých metod v roce 2008 a 2009.

Data pro Paretovu analýzu a sestrojení diagramu (obr.6) jsou uvedeny v tabulce 12. Kritérium pro výběr „životně důležité menšiny“ je zvoleno dle pravidla 70/30.

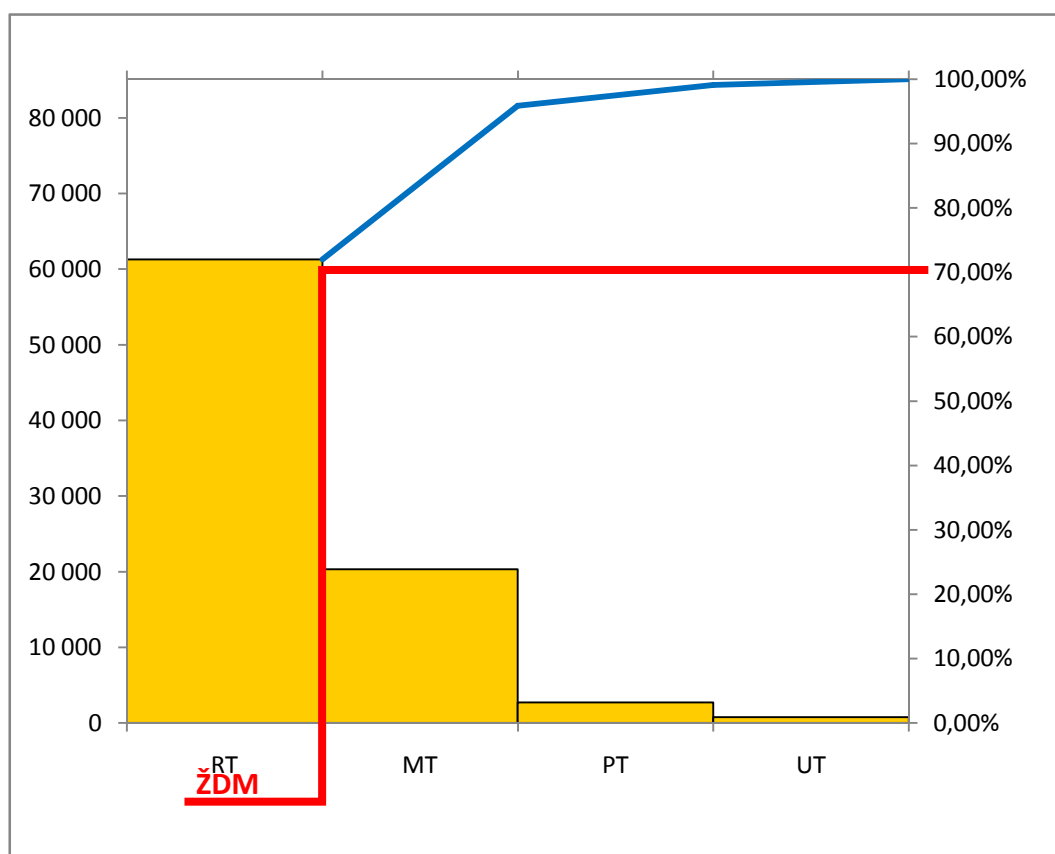
Tab.11 Přehled výdajů za NDT dle jednotlivých metod v roce 2008 a 2009

	2008				2009			
	RT [tis. Kč]	MT [tis. Kč]	PT [tis. Kč]	UT [tis. Kč]	RT [tis. Kč]	MT [tis. Kč]	PT [tis. Kč]	UT [tis. Kč]
leden	2 120	519	295	25	2 181	405	14	12
únor	2 378	78	77	124	3 026	357	58	21
březen	1 913	423	31	85	4 741	647	41	25
duben	2 745	529	55	85	2 638	734	91	25
květen	2 130	258	251	84	2 550	405	74	2
červen	2 190	130	260	24	2 515	561	139	25
červenec	2 445	345	386	48	3 593	2 490	113	21
srpen	1 195	150	64	11	3 896	3 570	26	20
září	1 150	248	61	44	3 395	2 200	128	18
říjen	765	387	141	12	3 823	1 961	75	35
listopad	1 433	189	90	6	3 001	1 569	99	9
prosinec	2 730	233	71	17	2 754	1 945	73	15
CELKEM	23 194	3 489	1 782	565	38 113	16 844	931	228

Tab.12 Souhrnná tabulka pro Paretovu analýzu a sestrojení grafu

	Výdaje na NDT 2008+2009 [tis. Kč]	Kumulativní výdaje na NDT 2008+2009 [tis. Kč]	Relativní kumulativní výdaje na NDT 2008+2009
RT	61 307	61 307	72,00%
MT	20 333	81 640	95,88%
PT	2 713	84 353	99,07%
UT	793	85 146	100,00%

Obr.6 Paretův diagram pro určení „životně důležité menšiny“ výdajů na NDT



Na základě Paretova diagramu s použitím kritéria 70/30 jsou další analýzy zaměřeny na výdaje za zkoušky prozařováním (RT), které tvoří více než 70% všech výdajů za NDT.

5.1. Analýza výdajů na zkoušky prozařováním (RT)

V tabulce 13 jsou výdaje na RT v letech 2008+2009 rozčleněny dle druhu zkoušeného výrobku. Grafické znázornění tohoto členění je zobrazeno na obrázku 7 (celkové výdaje na RT) a na obrázku 8 (výdaje na opakované RT).

Tab.13 Členění výdajů na RT v roce 2008+2009 dle druhu produktu

Druh výrobku	Celkové výdaje za RT [tis. Kč]	Výdaje za opakované RT po opravě [tis. Kč]	% vad
svary nátrubků B&W	5 354	146	2,80
svary trubka-trubka	49 684	3 654	7,94
obvodové svary komor	1 167	9	0,78
svary traktorové	2 625	778	42,12
svary na potrubí	659	9	1,38
pracovní zkoušky	1 817	330	22,19
Celkem	61 307	4 926	8,74



Obr.7 Grafické znázornění členění celkových výdajů na RT v roce 2008+2009 dle druhu produktu



Obr.8 Grafické znázornění členění výdajů na opakované RT po opravě svarů v roce 2008+2009 dle druhu produktu

Protože samotná částka výdajů za NDT zkoušky je nic neříkající, vztáhla jsem pro posouzení trendu vývoje výdajů na RT tyto výdaje k objemu výroby společnosti za stejné období.

Objem výroby se ve společnosti vykazuje tzv. odvedenými efektivními hodinami. Každá efektivní hodina, která je výrobou vykázána, v sobě zahrnuje odvedenou 1 hodinu práce pracovníka výroby. V ceně 1 efektivní hodiny je zahrnuta nejen mzda pracovníka, ale jsou zde obsaženy i fixní výdaje na provoz výroby.

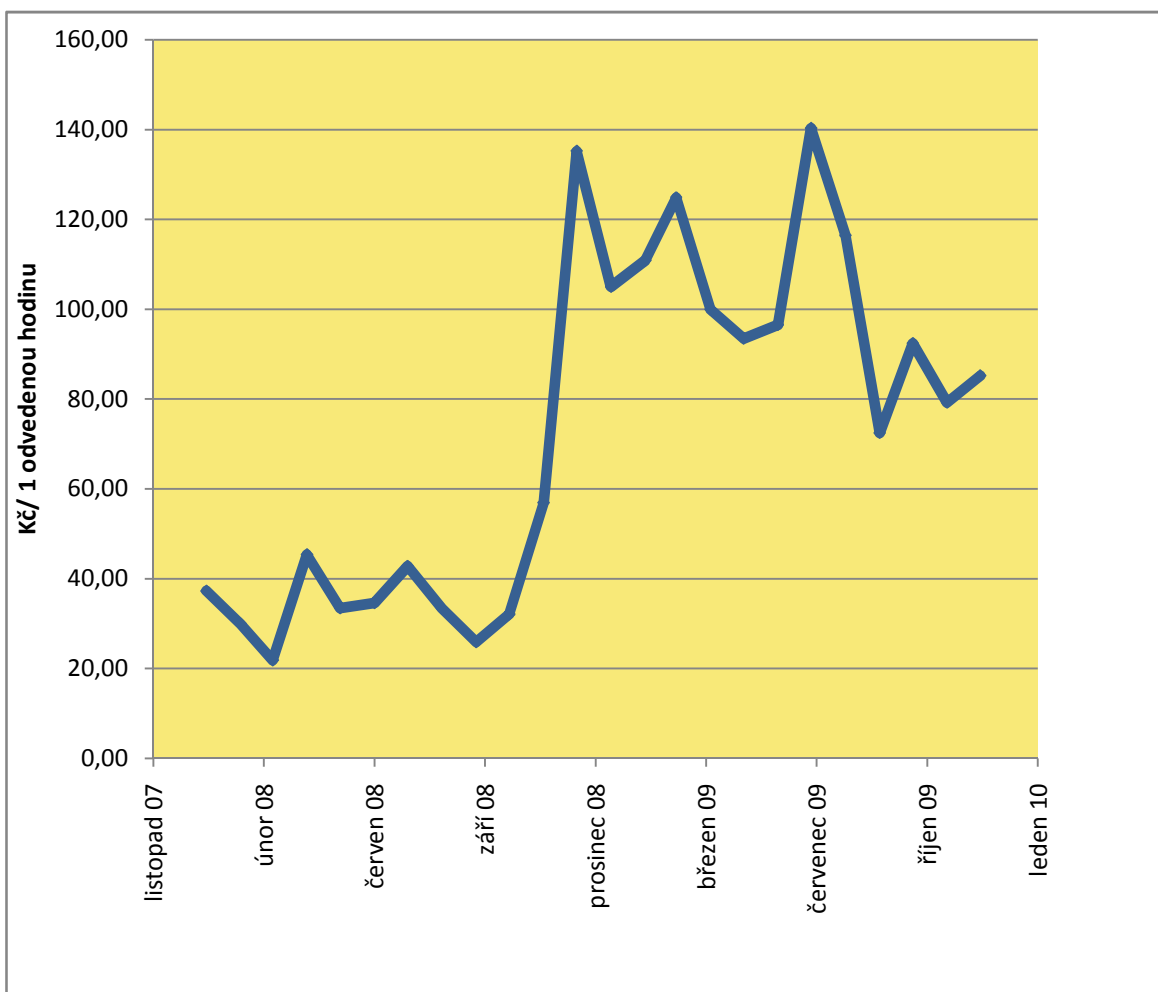
Byl použit následující ukazatel:

$$\text{výdaje na RT} / \text{počet odvedených efektivních hodin ve výrobě}$$

Tabulka 14 a obrázek 9 ukazují trend vývoje výdajů na RT pomocí výše uvedeného indexu.

Tab.14 Trend vývoje celkových výdajů na RT vzhledem k výkonu výroby

	výdaje za RT [tis. Kč]	odvedených efektivních hodin	Kč/ 1 efektivní hodinu
leden 08	2 120	56 900	37,26
únor 08	2 378	79 541	29,90
březen 08	1 913	87 683	21,82
duben 08	2 745	60 512	45,36
květen 08	2 130	63 680	33,45
červen 08	2 190	63 355	34,57
červenec 08	2 445	57 132	42,80
srpen 08	1 195	35 787	33,39
září 08	1 150	44 382	25,91
říjen 08	765	23 851	32,07
listopad 08	1 433	25 194	56,88
prosinec 08	2 730	20 191	135,21
leden 09	2 181	20 770	105,01
únor 09	3 026	27 295	110,86
březen 09	4 741	37 971	124,86
duben 09	2 638	26 389	99,97
květen 09	2 550	27 286	93,45
červen 09	2 515	26 056	96,52
červenec 09	3 593	25 607	140,31
srpen 09	3 896	33 461	116,43
září 09	3 395	46 850	72,47
říjen 09	3 823	41 377	92,39
listopad 09	3 001	37 885	79,21
prosinec 09	2 754	32 322	85,21

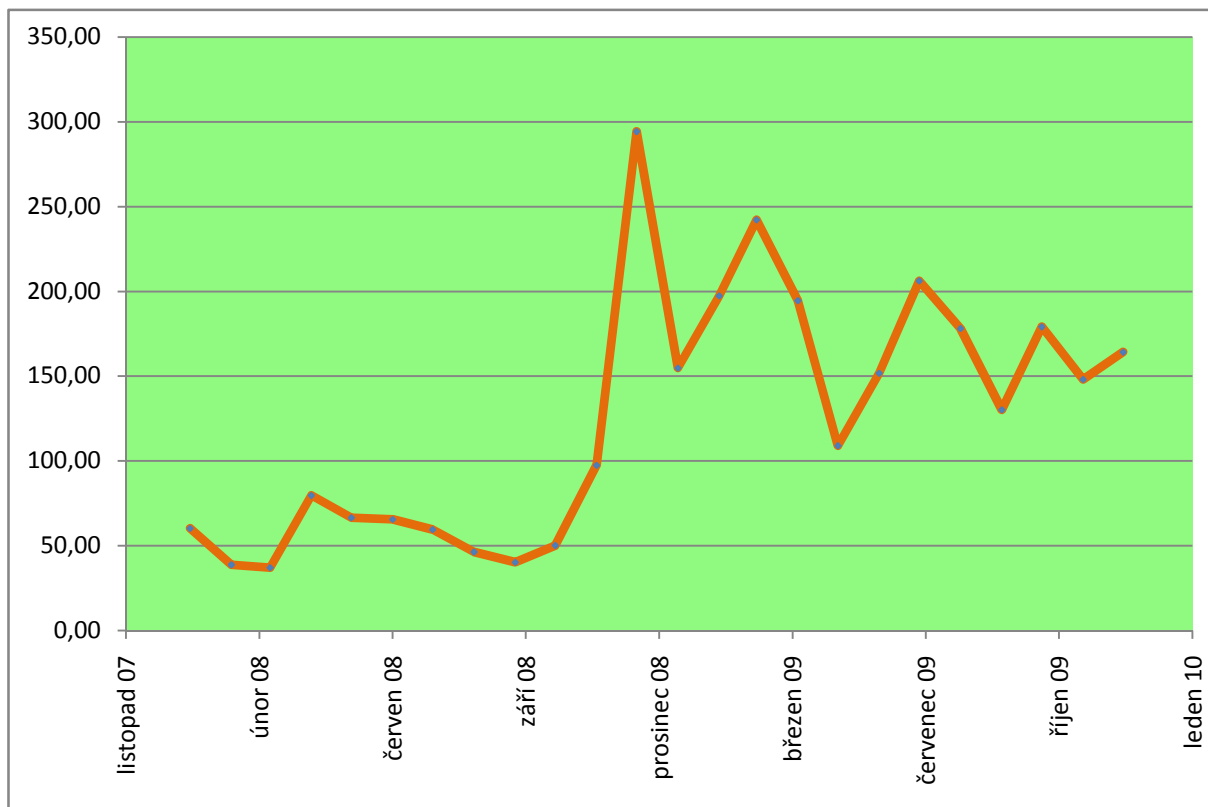


Obr.9 Grafické znázornění trendu vývoje celkových výdajů na RT vzhledem k výkonu výroby

Tabulka 15 a obrázek 10 ukazují trend vývoje výdajů na RT svarů trubka-trubka na hadových systémech pomocí výše uvedeného indexu.

Tab.15 Trend vývoje výdajů na RT svařů trubka-trubka na hadových systémech vzhledem k výkonu výroby

	výdaje za RT [tis. Kč]	odvedených efektivních hodin	Kč/ 1 efektivní hodinu
leden 08	1 996	33 170	60,17
únor 08	1 789	46 150	38,76
březen 08	1 546	41 755	37,03
duben 08	2 123	26 676	79,58
květen 08	1 723	25 918	66,48
červen 08	2 068	31 581	65,48
červenec 08	2 123	35 704	59,46
srpen 08	1 123	24 241	46,33
září 08	1 095	27 253	40,18
říjen 08	498	9 934	50,13
listopad 08	974	10 001	97,39
prosinec 08	2 493	8 472	294,26
leden 09	1 646	10 635	154,77
únor 09	2 756	13 969	197,29
březen 09	4 355	17 981	242,20
duben 09	2 254	11 587	194,53
květen 09	1 549	14 217	108,95
červen 09	1 903	12 545	151,69
červenec 09	2 618	12 699	206,16
srpen 09	2 701	15 170	178,05
září 09	2 559	19 661	130,16
říjen 09	3 257	18 185	179,10
listopad 09	2 361	15 951	148,02
prosinec 09	2 174	13 241	164,19

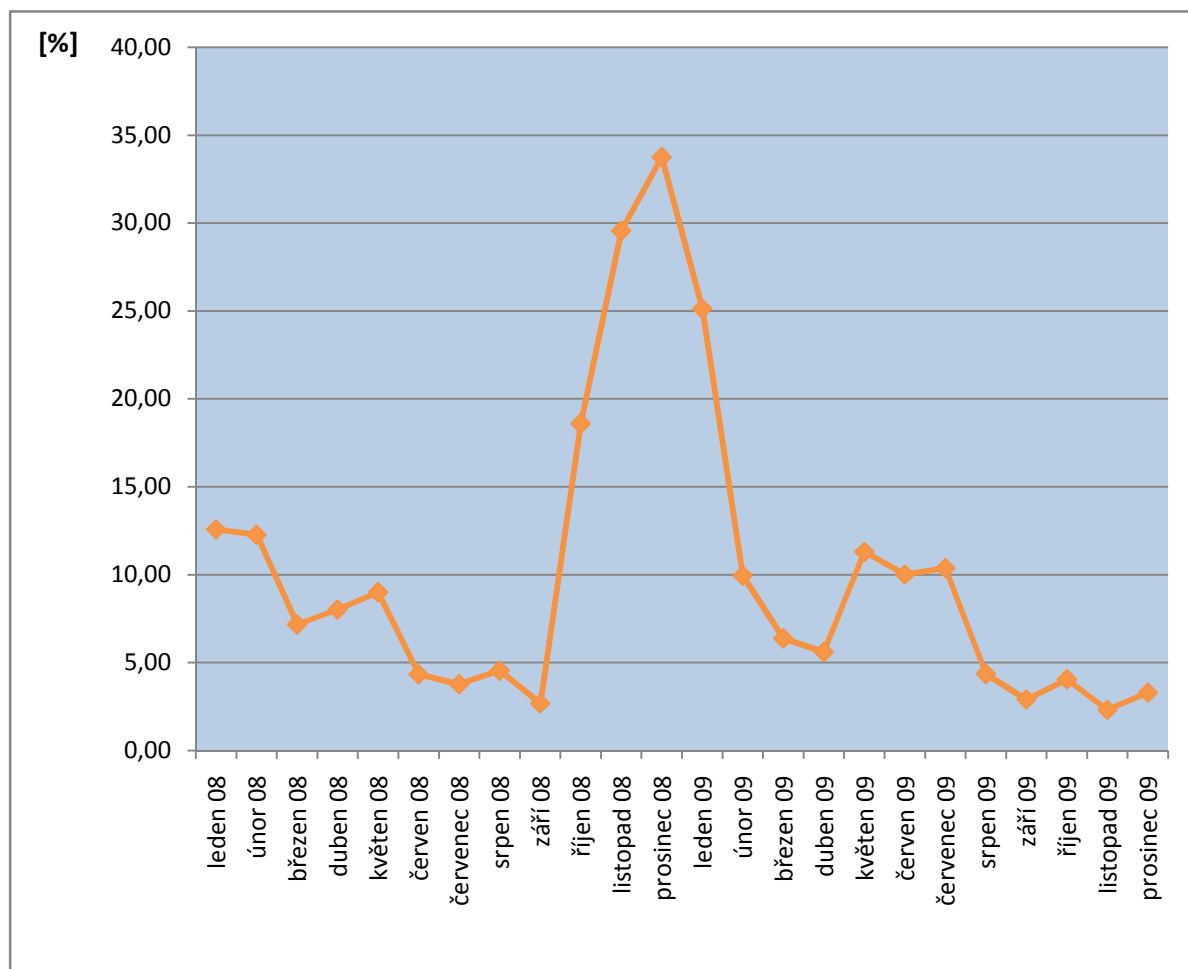


Obr.10 Grafické znázornění trendu vývoje výdajů na RT svarů trubka-trubka na hadových systémech vzhledem k výkonu výroby

Analýzu trendu vývoje výdajů na RT částečně doplňuje tabulka 16, kde je uvedena výše celkových výdajů na RT a výše výdajů na opakované RT a procento vad svarů vyhodnocených RT ve stejném období. Graficky je znázorněn vývoj procentuálního výskytu vad na obrázku 11.

Tab.16 Výše celkových výdajů na RT a výše výdajů na opakované RT a procento vad svarů vyhodnocených RT roce 2008+2009

	RT [tis. Kč]	opakované RT [tis. Kč]	% vad
leden 08	2 120	237	12,59%
únor 08	2 378	260	12,28%
březen 08	1 913	128	7,17%
duben 08	2 745	204	8,03%
květen 08	2 130	176	9,01%
červen 08	2 190	91	4,34%
červenec 08	2 445	89	3,78%
srpen 08	1 195	52	4,55%
září 08	1 150	30	2,68%
říjen 08	765	120	18,60%
listopad 08	1 433	327	29,57%
prosinec 08	2 730	689	33,76%
leden 09	2 181	438	25,13%
únor 09	3 026	274	9,96%
březen 09	4 741	284	6,37%
duben 09	2 638	140	5,60%
květen 09	2 550	259	11,31%
červen 09	2 515	229	10,02%
červenec 09	3 593	338	10,38%
srpen 09	3 896	163	4,37%
září 09	3 395	96	2,91%
říjen 09	3 823	149	4,06%
listopad 09	3 001	68	2,32%
prosinec 09	2 754	88	3,30%
CELKEM	61 307	4 929	8,74%



Obr.11 Grafické znázornění vývoje procentuálního výskytu vad v roce 2008+2009

Z obrázků 9, 10 a 11 je patrné, že se „něco“ muselo stát v říjnu 2008.

Právě v té době byla zahájena realizace výroby tlakových částí nadkritických kotlů z nových materiálů. Tyto materiály jsou odolné vůči vysokým tlakům a zejména vysokým teplotám. Svařování těchto materiálů je však velmi obtížné. Při svařování musí být ve srovnání s běžnými, dosud používanými, materiály dodržovány přísnější podmínky výroby. Se svařováním těchto materiálů chyběly zkušenosti nejen svářečům, ale i svařovacím technologům a inženýrům a to nejen ve společnosti ALSTOM s.r.o., ale ve světě vůbec.

Prudký nárůst výdajů na RT v říjnu 2008 je zapříčiněn nejen vysokým nárůstem vad svarů, ale zejména i předepsanými vyššími rozsahy zkoušení ve srovnání s výrobou tlakových částí kotlů z běžných materiálů. NDT se provádí i na částech, kde dříve byla dostačující jen VT. Některé zkoušky (zejména MT) je nutné opakovat s časovým odstupem, protože při nesprávném postupu tepelného zpracování, nešetrné manipulaci apod. mohou vznikat trhliny i s velkým časovým odstupem po svaření a tepelném zpracování.

Závěr

Systém měření výdajů vztahujících se k jakosti je ve společnosti ALSTOM s.r.o. velmi zanedbaný, proto nejsou tyto výdaje efektivně řízeny.

Z pohledu výdajů na NDT musím konstatovat, že už v tak omezeném sledování položek COPQ nejsou zařazeny výdaje na zkoušky, které jsou realizovány v rozšířeném rozsahu zkoušení na základě nevyhovujících výsledků v základním rozsahu zkoušení. Velký počet svarů je zkoušen i z důvodu neefektivního nasazení svářečů (viz. kapitola 4.2).

S těmito dosud skrytými výdaji je třeba počítat už v nabídkové fázi.

Při výpočtu rezervy na opakované RT z důvodu vad svarů je nutné počítat i s výdaji na rozšíření rozsahu zkoušení, při předpokládaném procentu výskytu vad.

Pokud není možné nasazení svářečů z kapacitních, popř. časových důvodů optimalizovat, mělo by to být odhaleno již v nabídkové fázi a při cenové kalkulaci počítat se zvýšeným rozsahem zkoušení.

V případě zpracovávání nabídky na výrobky, které jsou technologicky odlišné od standardu, je nutná konzultace kalkulanta s technologem, aby byla včas odhalena případná rizika.

Protože jen správně a úplně měřené procesy lze správně a úplně řídit a předvídat jejich vývoj, je závěrem mé práce jednoznačné doporučení: zavést model měření výdajů vztahujících se k jakosti zaměřený nejen na výdaje na nejakost, ale komplexní model PAF. Doporučuji všechny položky evidovat precizně a analyzovat je pomoci vhodně zvolených indexů.

Použitá literatura

- [1] ŠARBORT M a kol.: KOTLE. Přehled výroby kotlů. Brno:ALSTOM Power, s.r.o., 2000.
- [2] www.alstom.cz; Poslední aktualizace 16.12.2009.
- [3] NENADÁL J.: Ekonomika jakosti v praxi. Druhé rozšířené vydanie. Žilina: MASM Žilina, 1995, 134 str.
- [4] NENADÁL J. a kol.: Moderní systémy řízení jakosti. Praha: Management Press, 1998. 283 str.
- [5] FIALA A. a kol.: Management jakosti s podporou norem ISO 9000:2000. Praha, Odborné nakladatelství technické literatury, 2006.
- [6] JURAN J.M.- GODFREY A.B.: Juran's Quality Handbook. Fifth edition. New York: McGraw-Hill, 1998
- [7] Glossary of Terms used in the Managemnet of Quality. 6th Edition. Bern: EOQC Glossary Committee, 1989
- [8] NENADÁL J.: Měření v systémech managementu jakosti. Praha: Management Press, 2004. 335 str.
- [9] http://www.isixsigma.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=937:&Itemid=49. (9.4.2010)
- [10] RODCHUA S.: Factors, Measures, and Problems of Quality Costs Program Implementation in the Manufacturing Environment. Journal of Industrial Technology, Volume 22, Number 4. The Official Electronic Publication of the National Association of Industrial Technology. 2006
- [11] ČSN EN 60300-3-3; Management spolehlivosti – Část 3-3: Pokyny k použití – Analýza nákladů životního cyklu.
- [12] ČSN EN ISO 9001:2009; Systémy managementu kvality – Požadavky. ČNI, březen 2002
- [13] KOPEC B. a kol.: Nedestruktivní zkoušení materiálu a konstrukcí. Brno: Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2008
- [14] ČSN EN 12952-6; Vodotrubné kotle a pomocná zařízení – Část 6: Kontrola při výrobě; dokumentace a značení částí kotle namáhaných tlakem

Seznam obrázků	<i>str.</i>
Obrázek 1: Externí a interní účinky řízení jakosti na ekonomiku firmy	9
Obrázek 2: Podstata ekonomiky jakosti	11
Obrázek 3: Etapy procesu finančních měření v systémech managementu jakosti	13
Obrázek 4: Efekt optimalizace výdajů vztahujících se k jakosti	22
Obrázek 5: Přístupnost pro kontrolu	25
Obrázek 6: Paretův diagram pro určení „životně důležité menšiny“ výdajů na NDT	34
Obrázek 7: Grafické znázornění členění celkových výdajů na RT v roce 2008+2009 dle druhu produktu	35
Obrázek 8: Grafické znázornění členění výdajů na opakované RT po opravě svarů v roce 2008+2009 dle druhu produktu	36
Obrázek 9: Grafické znázornění trendu vývoje celkových výdajů na RT vzhledem k výkonu výroby	38
Obrázek 10: Grafické znázornění trendu vývoje výdajů na RT svarů trubka-trubka na hadových systémech vzhledem k výkonu výroby	40
Obrázek 11: Grafické znázornění vývoje procentuálního výskytu vad v roce 2008+2009	42

Seznam tabulek	<i>str.</i>
Tabulka 1: Základní odlišnosti modelů finančních měření v SMJ	14
Tabulka 2: Základní struktura výdajů na interní vady	15
Tabulka 3: Základní struktura výdajů na externí vady	16
Tabulka 4: Základní struktura výdajů na hodnocení	16
Tabulka 5: Základní struktura výdajů na prevenci	17
Tabulka 6: Základní struktura výdajů vztahujících se k jakosti u uživatele	18
Tabulka 7: Přehled základních metod NDT používaných ke kontrole svarových spojů	23
Tabulka 8: Typy a rozsahy zkoušení při výrobě vodotrubných kotlů pro svary bubnů	29
Tabulka 9: Typy a rozsahy zkoušení při výrobě vodotrubných kotlů pro svary komor	30
Tabulka 10: Typy a rozsahy zkoušení při výrobě vodotrubných kotlů pro svary trubek	30
Tabulka 11: Přehled výdajů za NDT dle jednotlivých metod v roce 2008 a 2009	33
Tabulka 12: Souhrnná tabulka pro Paretovu analýzu a sestrojení grafu	33
Tabulka 13: Členění výdajů na RT v roce 2008+2009 dle druhu produktu	35
Tabulka 14: Trend vývoje celkových výdajů na RT vzhledem k výkonu výroby	37
Tabulka 15: Trend vývoje výdajů na RT svarů trubka-trubka na hadových systémech vzhledem k výkonu výroby	39
Tabulka 16: Výše celkových výdajů na RT a výše výdajů na opakované RT a procento vad svarů vyhodnocených RT roce 2008+2009	41